

CARLOS EDUARDO ANDRADE IATSKIU

**SERVIÇO WEB DE INTERPRETAÇÃO DO MODELO
FONOLÓGICO COMPUTACIONAL DA LIBRAS PARA OS
SÍMBOLOS GRÁFICOS DO SIGNWRITING**

Dissertação apresentada como requisito parcial à obtenção do grau de Mestre. Programa de Pós-Graduação em Informática, Setor de Ciências Exatas, Universidade Federal do Paraná.

Orientadora: Profa. Dra. Laura Sánchez García

CURITIBA

2014

CARLOS EDUARDO ANDRADE IATSKIU

**SERVIÇO WEB DE INTERPRETAÇÃO DO MODELO
FONOLÓGICO COMPUTACIONAL DA LIBRAS PARA OS
SÍMBOLOS GRÁFICOS DO SIGNWRITING**

Dissertação apresentada como requisito parcial à obtenção do grau de Mestre. Programa de Pós-Graduação em Informática, Setor de Ciências Exatas, Universidade Federal do Paraná.

Orientadora: Profa. Dra. Laura Sánchez García

CURITIBA

2014

I11s

Iatskiu, Carlos Eduardo Andrade

Serviço *Web* de interpretação do modelo fonológico computacional da LIBRAS para os símbolos gráficos do *signwriting* / Carlos Eduardo Andrade Iatskiu. – Curitiba, 2014.

67f. : il. color. ; 30 cm.

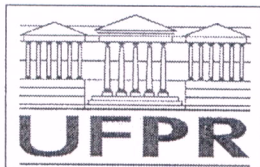
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Exatas, Programa de Pós-graduação em Informática, 2014.

Orientadora: Laura Sánchez García.

Bibliografia: p. 60-63.

1. Linguagem por sinais. 2. LIBRAS (Lingua Brasileira de Sinais). 3. Escrita. I. Universidade Federal do Paraná. II. García, Laura Sánchez. III. Título.

CDD: 419.810911



Ministério da Educação
Universidade Federal do Paraná
Programa de Pós-Graduação em Informática

PARECER

Nós, abaixo assinados, membros da Banca Examinadora da defesa de Dissertação de Mestrado em Informática, do aluno Carlos Eduardo Andrade Iatskiu, avaliamos o trabalho intitulado, "*Serviço WEB de Interpretação do Modelo Fonológico Computacional da Libras para os Símbolos Gráficos do SignWriting*", cuja defesa foi realizada no dia 28 de fevereiro de 2014, às 17:30 horas, no Departamento de Informática do Setor de Ciências Exatas da Universidade Federal do Paraná. Após a avaliação, decidimos pela:

☒ aprovação do candidato. () reprovação do candidato.

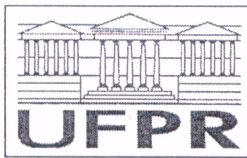
Curitiba, 28 de fevereiro de 2014.

Profa. Dra. Laura Sánchez García
DINF/UFPR – Orientadora

Profa. Dra. Marília Abrahão Amaral
UTFPR – Membro Externo

Prof. Dr. André Luiz Pires Guedes
DINF/UFPR – Membro Interno





Ministério da Educação
Universidade Federal do Paraná
Programa de Pós-Graduação em Informática

ATA DA DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE
MESTRADO EM INFORMÁTICA ALUNO:
CARLOS EDUARDO ANDRADE IATSKIU

No dia 28 de fevereiro do ano de dois mil e quatorze, às 17:30 horas, no Departamento de Informática do Setor de Ciências Exatas da Universidade Federal do Paraná, foi realizada a sessão pública da defesa de Dissertação de Mestrado em Informática do aluno Carlos Eduardo Andrade Iatskiu. Estavam presentes, além do candidato, os Membros da Comissão Examinadora composta pelos Professores Laura Sánchez García(Orientadora), Marília Abrahão Amaral e André Luiz Pires Guedes. Após a apresentação do trabalho do candidato, intitulado "*Serviço WEB de Interpretação do Modelo Fonológico Computacional da Libras para os Símbolos Gráficos do SignWriting*", o mesmo foi arguido pela Comissão. A seguir, a Comissão reuniu-se em local reservado e decidiu, por unanimidade, pela aprovação do candidato condicionado as alterações sugeridas pela mesma. O resultado foi então comunicado ao candidato e aos presentes na sessão pública. A seguir, o Presidente declarou encerrada a sessão da qual eu, Jucélia Miecznikowski, Secretária da Pós-graduação em Informática, lavrei a presente Ata, que depois de aprovada será assinada por mim, pelo Presidente, e pelos demais membros da Comissão.

Profa. Dra. Laura Sánchez García
DINF/UFPR – Orientadora

Profa. Dra. Marília Abrahão Amaral
UTFPR – Membro Externo

Prof. Dr. André Luiz Pires Guedes
DINF/UFPR – Membro Interno

Jucélia Miecznikowski
Secretária da PPGInf

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, aos meus pais Lauro Iatskiu e Maria Eugênia Andrade Iatskiu, por todo apoio e incentivo que me deram durante todo esse trabalho, e mesmo de longe torceram e rezaram pelo sucesso de um de seus filhos.

Agradeço a principal colaboradora desse trabalho, minha orientadora Profa. Dra. Laura Sánchez García, pela oportunidade e confiança, além de todo apoio, carinho e conhecimento que passou nesses dois anos de trabalho, sempre com palavras que serviam para abrir os horizontes, principalmente naqueles momentos em que a solução parecia tão longe. Agradeço a minha namorada, amiga e companheira, que foi papel fundamental nessa caminhada Renata Caleffi, que sempre me deu todo apoio e incentivo para que o sucesso pudesse ser alcançado.

Agradeço a banca examinadora dessa dissertação, Prof. Dr. André Luiz Pires Guedes e Profa. Dra. Marilia Abrahão Amaral, pela dedicação com esse trabalho.

Agradeço a todos os colegas do Mestrado e Doutorado da UFPR, que de alguma forma contribuíram com este trabalho, em especial Rafael Canteri, Diego Antunes e Alex Porn. Agradeço a todos os meus familiares que mesmo de longe estiveram sempre mandando forças e torcendo por mim, em especial, minha irmã Laura Maria Iatskiu, meu irmão Lauro Iatskiu Junior e meu sobrinho João Gabriel Iatskiu Vanconcelos.

Agradeço a todos os amigos que deixei em Guarapuava, ficaria muito complicado citar nomes aqui, pois são inúmeros e cada um teve sua participação especial nessa minha caminhada. Agradeço aos amigos de Curitiba, em especial, Rodrigo Iatskiu, André Luis de Melo e Tiago Cardim, que mais que amigos se tornaram uma família que aqui criei.

Obrigado a Todos!

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	vi
LISTA DE TABELAS	vii
RESUMO	viii
ABSTRACT	ix
1 INTRODUÇÃO	1
1.0.1 Contexto	1
1.1 Objetivos	3
1.1.1 Objetivo Geral	3
1.1.2 Objetivos Específicos	3
1.2 Resultados Esperados	4
1.3 Organização do Trabalho	5
2 COMUNIDADES SURDAS E A LÍNGUA BRASILEIRA DE SINAIS	7
2.1 LIBRAS - A Língua Brasileira de Sinais	9
2.2 Fonologia e Estrutura da Língua Brasileira de Sinais	10
2.2.1 Configuração de Mão	10
2.2.2 Locação	12
2.2.3 Orientação da Palma	12
2.2.4 Movimento	13
2.2.5 Expressões Não Manuais	14
3 A IMPORTÂNCIA DA ESCRITA E OS SISTEMAS DE ESCRITA PARA LÍNGUAS DE SINAIS	16
3.1 A Importância da Escrita	16
3.2 Sistemas de Escrita para Línguas de Sinais	17

3.2.1	Sistema de Stokoe	17
3.2.2	Notação de François Neve	18
3.2.3	HamNoSys	19
3.3	Sistema de Escrita SignWriting	19
3.3.1	O uso do SignWriting no Brasil	20
3.3.2	Formas de Escrita em SignWriting	21
3.3.3	Estrutura do SignWriting	22
3.3.3.1	Símbolos Manuais	23
3.3.3.2	Símbolos de Contato	25
3.3.3.3	Símbolos de Movimento de Dedos	25
3.3.3.4	Símbolos de Movimento	27
3.3.3.5	Expressões Faciais	28
4	TRABALHOS RELACIONADOS	30
4.1	SignWriter	30
4.2	SignNet	31
4.3	SW-Edit	31
4.4	SignTalk, SignSim e SignEd	32
4.5	SignPuddle	33
4.6	Análise dos Softwares Apresentados	33
5	METODOLOGIA	34
5.1	Estudo da Arquitetura HCI para Inclusão Cultural e de Cidadania para Comunidades Surdas	34
5.2	Estudo do Modelo de Descrição Computacional da Fonologia da Língua de Sinais Brasileira	36
5.3	Descrição das Primitivas do SignWriting pelo Modelo Fonológico	40
6	SERVIÇO WEB DE INTERPRETAÇÃO DO MODELO FONOLÓGICO COMPUTACIONAL DA LIBRAS PARA OS SÍMBOLOS GRÁFICOS	

DO SIGNWRITING	43
6.1 Projeto da Ferramenta	43
6.2 Desenvolvimento da Ferramenta	47
6.3 Descrições dos Sinais	48
6.4 Ambiente do Usuário	51
6.5 Ausência do Parâmetro de Locação	55
6.6 Validação da Ferramenta e Considerações Finais	56
7 CONCLUSÃO E TRABALHOS FUTUROS	58
BIBLIOGRAFIA	60
ANEXO 1: ESTRUTURA DO XML PARA DESCRIÇÃO DOS SINAIS	64

LISTA DE FIGURAS

1.1	Arquitetura HCI para Inclusão Cultural e de Cidadania para Comunidades Surdas (Retirado de [6])	4
1.2	Diagrama representado o Serviço Proposto (Adaptado de [6])	5
2.1	Configurações de Mão do INES (Retirado de [7])	11
2.2	Orientações da Palma LIBRAS (Adaptado de [7])	13
3.1	Configurações de mão do Sistema de Stokoe (Retirado de [34])	18
3.2	Formas de Escrita para o SignWriting (Retirado de [31])	22
3.3	Orientação da Palma pela Perspectiva de Visão (Retirado de [31])	23
3.4	Orientação da Mão pela Perspectiva do Plano de Execução (Adaptado de [31])	24
3.5	Grupos de Configuração de Mão do SignWriting (Retirado de [31])	24
3.6	Símbolos de contato do SignWriting (Adaptado de [31])	25
3.7	Símbolos de Movimento dos Dedos do SignWriting (Adaptado de [31])	26
3.8	Direção dos Movimentos do SignWriting (Adaptado de [31])	27
3.9	Uso das Mãos nos Movimentos do SignWriting (Adaptado de [31])	28
3.10	Grupos de Expressões Faciais do SignWriting (Adaptado de [31])	29
4.1	Interface SignWriter (Retirado de [11])	31
4.2	Interface SW-Edit (Retirado de [37])	32
4.3	Interface SignTalk, SignSim e SignEd (Retirado de [8])	32
4.4	Interface SignPuddle (Retirado de [32])	33
5.1	Camadas da Arquitetura HCI (Retirado de [8])	35
5.2	Estrutura de um Sinal pelo Modelo Fonológico (Retirado de [2])	37
5.3	Estrutura de uma Suspensão pelo Modelo Fonológico (Retirado de [2])	37
5.4	Configurações de mão e dedos pelo Modelo Fonológico (Retirado de [2])	38

5.5	Expressão Manual pelo Modelo Fonológico (Retirado de [2])	39
5.6	Movimento Mão Dominante pelo Modelo Fonológico (Adaptado de [2]) . . .	39
5.7	Grupos mais usados para Geração de Sinais do SignWriting (Adaptado de [32])	41
5.8	Primitivas mais usadas para Geração de Sinais do SignWriting (Adaptado de [32])	42
6.1	Diagrama de Classes do Serviço em Questão	45
6.2	Diagrama de Casos de Uso do Serviço em Questão	46
6.3	Diagrama de Sequência Cadastra Sinal do Serviço em Questão	46
6.4	Diagrama de Sequência Interpreta Sinal do Serviço em Questão	47
6.5	Trecho de Código do Serviço em Questão	48
6.6	Interface Ferramenta - Tela Index	52
6.7	Interface Ferramenta - Tela Tradução	52
6.8	Interface Ferramenta - Tela Cadastro	53
6.9	Interface Ferramenta - Tela Cadastro Configuração de Mão	53
6.10	Interface Ferramenta - Tela Cadastro Movimento Local	54
6.11	Interface Ferramenta - Tela Cadastro Movimento	54
6.12	Interface Ferramenta - Tela Cadastro Expressão Não Manual	55
6.13	Interpretação XML sinal surdo no Serviço em Questão	56

LISTA DE TABELAS

2.1	Descrição dos Aspectos de Movimento da LIBRAS (Adaptado de [24]) . . .	14
2.2	Expressões não-manuais da LIBRAS (Adaptado de [24])	15
3.1	Tabela com os Grupos do Sistema de Escrita SignWriting (Adaptado de [31])	23
5.1	Tabela com os pontos de Articulação dos Sinais da LIBRAS (Adaptado de [2])	38
6.1	Tabela com Todos os Valores Possíveis das Configurações de Mão do SignWriting (Adaptado de [32])	49
6.2	Tabela com Todos os Valores Possíveis das Expressões Não Manuais do SignWriting (Adaptado de [32])	50
6.3	Tabela com Todos os Valores Possíveis de Movimento do SignWriting (Adaptado de [32])	51

RESUMO

Possibilitar o acesso à informação, à comunicação e à inclusão da comunidade surda na sociedade são apenas algumas motivações para o registro escrito da Língua de Sinais Brasileira. O presente trabalho estudou diversos sistemas de escrita para línguas de sinais, bem como diversas ferramentas existentes e que não obtiveram, anteriormente, sucesso junto à comunidade surda. Esta dissertação propôs uma nova forma para se gerar os registros gráficos na Língua Brasileira de Sinais por meio do Sistema de Escrita SignWriting, auxiliando estes indivíduos no exercício da cidadania plena.

ABSTRACT

Provide access to information, communication and inclusion in society of the deaf community are just some of the motivations for writing Brazilian Sign Language record. The present work studied different writing systems for sign languages??, as well as several existing tools and not previously had success with the deaf community. This paper proposed a new way to generate the graphic records in Brazilian Sign Language through SignWriting Writing System, assisting these individuals in the exercise of full citizenship.

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO

As pessoas com deficiência no mundo, apesar das grandes transformações sociais da atualidade, ainda sofrem com diversos problemas, tais como preconceito, inacessibilidade, entre outros. Aos poucos e lentamente, transformações em todas as áreas do conhecimento vêm rompendo com alguns desses problemas. A comunidade surda, por exemplo, antigamente era excluída da sociedade. Isso porque, eles não pertenciam a normalidade (cl clinicamente definida), dos sujeitos ouvintes. Há relatos que mostram os procedimentos extremos que os surdos eram submetidos, com o intuito de remover a sua deficiência. É importante ressaltar que os problemas citados acima estão longe de não existirem, principalmente pelo fato de que até hoje, há por parte da sociedade, concepções equivocadas sobre as deficiências as necessidades para quem as porta, levando boa parte desta população à exclusão e ao isolamento [33].

No Brasil existem 5,7 milhões de pessoas com algum grau de deficiência auditiva, sendo que, de acordo com o IBGE [22], deste total, aproximadamente 3% são considerados surdos. pessoas surdas constituem uma comunidade própria que possui identidade, aspectos culturais e linguísticos como qualquer outra comunidade. A Língua de Sinais Brasileira (LIBRAS) é uma das características desse grupo que a utiliza como ferramenta para a comunicação, educação e acesso à informação no Brasil. É através dessa ferramenta que, muitas vezes, os membros da comunidade conseguem ser incluídos na sociedade. Entretanto, a Língua de Sinais Brasileira ainda possui divergências. Embora ela seja oficializada por lei, os surdos ainda encontram dificuldades em seu uso, principalmente em determinados contextos, como educação, produção e registro de conhecimento e comunicação entre seus membros e a sociedade em geral.

A comunidade surda do mundo sofre constantemente com a falta de oportunidades e, é neste sentido, que uma ferramenta que os auxiliem na comunicação entre si e com os

demais membros da sociedade é necessária. O acesso à informação é um dos desafios a ser conquistado pelas pessoas surdas, e como são os sistemas de informação que auxiliam a minimizar as dificuldades, eles são extremamente importantes. Contudo, muitas vezes, esses sistemas impõem barreiras de acesso e uso. Uma dessas é que a interação não é natural, pois a comunicação via interface não é medida pela Língua de Sinais Brasileira, considerada a primeira língua dos surdos.

Ao observar tal realidade, percebe-se claramente a necessidade de ferramentas computacionais que os auxiliem na comunicação e no acesso à informação utilizada diariamente pelos surdos. Em conjunto com todas as necessidades dessa comunidade, uma das que fica mais evidente, vem do fato da dificuldade para com o registro gráfico da LIBRAS, ou em outras palavras, da escrita da língua em si. Nenhuma língua sobrevive sem a sua escrita ou registro, pois as línguas evoluem com o passar dos tempos e sem um registro adequado, parte dela pode ser perdida. A comunidade surda usa a LIBRAS para a comunicação entre seus membros, mas no momento em que necessita usar algum registro dela, diversas vezes necessita recorrer ao português, que não é sua primeira língua.

Os sinais da LIBRAS precisam ser representados computacionalmente de maneira devidamente detalhada. Com este objetivo foi criado dentro do nosso Grupo de Pesquisa, um Modelo de Descrição Computacional da Fonologia da Língua de Sinais Brasileira, que é formado por um conjunto de regras que consistem na especificação detalhada da árvore de componentes dos sinais.

Para a grafia das diferentes línguas de sinais existentes no mundo, há distintos sistemas de escrita, isso causa ainda mais dificuldade para a comunidade, porém o mais completo e por isso mais usado, é o SignWriting, mas o número de ferramentas que ofereçam suporte a ele é extremamente restrito, além disso, as poucas que existem são muitas vezes inadequadas e ineficientes, causando na comunidade até mesmo uma aversão ao sistema de escrita e a essas ferramentas.

Em todo o estudo realizado, principalmente quando se trata de artefatos tecnológicos que têm o objetivo de atender a comunidade surda perante os problemas já citados, acesso à informação em sua língua natural e o registro da mesma, é possível observar diversos

problemas que causam certo receio da comunidade em relação as mesmas. Como exemplo destes problemas, há o tempo elevado para a criação gráfica de um único sinal, que torna praticamente impossível a tradução de uma apostila, livros, artigos, entre outros materiais. [2]

Esse problema em particular motivou o desenvolvimento da dissertação. Uma ferramenta de interpretação é fundamental para a comunidade, então o maior desafio deste trabalho foi a criação de uma ferramenta que automatize a interpretação gráfica destes sinais em um intervalo de tempo pequeno. Diversas metodologias poderiam ser adotadas para o desenvolvimento do interpretador da ferramenta, mas através do estudo realizado, foi escolhido o casamento de padrões, pois beneficia a automatização da interpretação.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo Geral

Este trabalho tem como objetivo geral desenvolver um Serviço Web para a interpretação das descrições de sinais à partir da representação dos símbolos gráficos do sistema de escrita SignWriting pelo Modelo Fonológico Computacional desenvolvido pelo Grupo.

1.1.2 Objetivos Específicos

Com o intuito de atingir o objetivo geral, os seguintes objetivos específicos precisaram ser alcançados:

- Desenvolver o Serviço Web para Interpretação das descrições de sinais através do Modelo de Descrição Computacional da Fonologia da Língua de Sinais Brasileira para os símbolos gráficos, que compõe o sistema de escrita das línguas de sinais, SignWriting;
- Realizar uma seleção dos símbolos gráficos que compõe o SignWriting e são mais usados na representação de Sinais da LIBRAS;

- Criar uma base de dados para o Serviço em questão, contendo os símbolos gráficos selecionados do SignWriting, descritos através do Modelo de Descrição das línguas de sinais, Computacional da Língua de Sinais Brasileira;
- Validar a ferramenta diante do seu uso na interpretação de diversos sinais da Língua de Sinais Brasileira;

1.2 Resultados Esperados

A principal contribuição deste trabalho é o desenvolvimento de um Serviço Web para Interpretação das descrições de sinais através do Modelo de Descrição Computacional da Fonologia da Língua de Sinais Brasileira para os símbolos gráficos, que compõe o sistema de escrita das línguas de sinais, SignWriting, constituindo o primeiro passo para geração automática do SignWriting.

A Figura 1.1 apresenta uma abstração da arquitetura da qual este trabalho faz parte, sendo ele o pilar do módulo de Gerador de SignWriting.

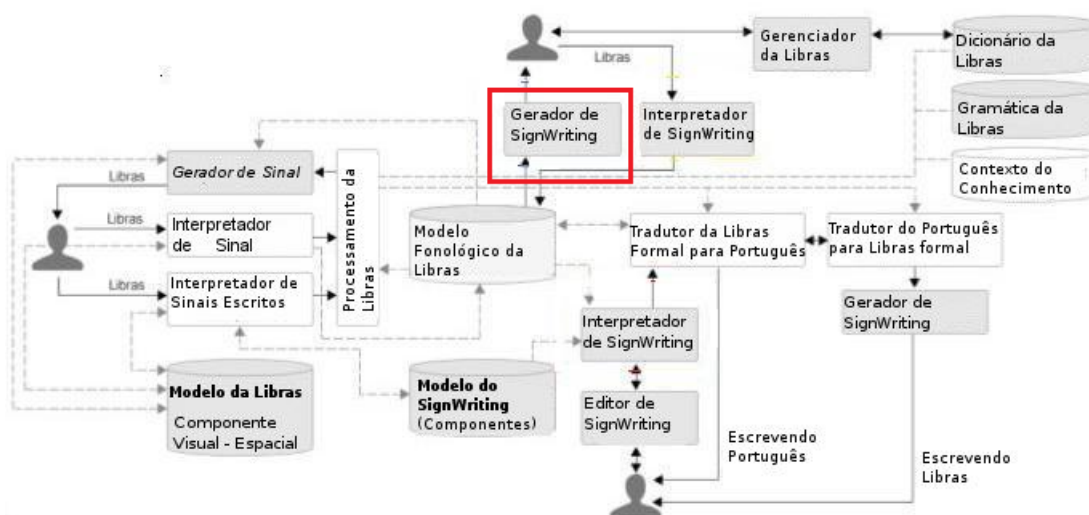


Figura 1.1: Arquitetura HCI para Inclusão Cultural e de Cidadania para Comunidades Surdas (Retirado de [6])

Na Figura 1.2, é possível observar o serviço web desenvolvido num cenário de uso do mesmo, a geração automática de SignWriting, auxiliando na tradução de uma apostila de

educação básica para crianças surdas. O sistema faz a leitura de um código XML com a descrição do sinal e retorna ao usuário os símbolos gráficos do SignWriting correspondentes.

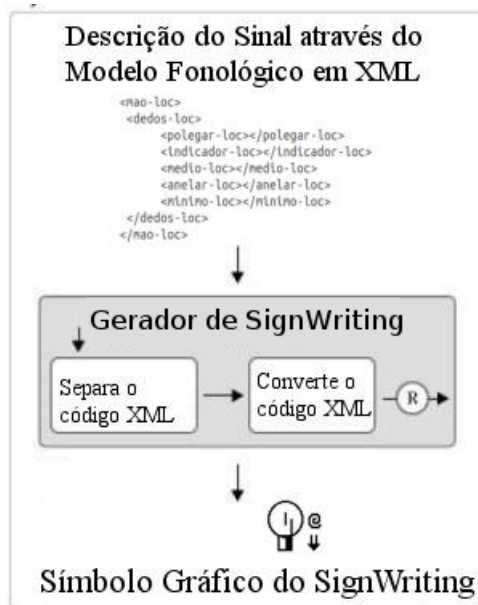


Figura 1.2: Diagrama representado o Serviço Proposto (Adaptado de [6])

Como demonstrado no cenário anterior, o desenvolvimento da ferramenta tem como objetivo fornecer o acesso à informação para a comunidade surda em sua língua natural, ou seja, que todo material existente na língua portuguesa, também possa existir em SignWriting.

1.3 Organização do Trabalho

Esta dissertação está organizada em sete capítulos. Neste primeiro capítulo foi apresentada uma introdução do tema proposto, com a definição do problema, dos objetivos e da contribuição esperada. O Capítulo 2 traz algumas considerações sobre as pessoas surdas, incluindo questões históricas, problemas que a comunidade enfrenta, situação atual das comunidades de surdos no Brasil e apresenta a LIBRAS (Língua de Sinais Brasileira). No Capítulo 3 é apresentada a importância da escrita para as línguas orais e para a língua de sinais, os sistemas de escrita existentes no mundo e o sistema de escrita SignWriting. No capítulo 4 são apresentadas algumas ferramentas propostas para as comunidades de sur-

dos no Brasil e no mundo, bem como os motivos para o desuso das mesmas. No Capítulo 5 é descrita a metodologia adotada no desenvolvimento da pesquisa. Já no Capítulo 6 é apresentado o Serviço Web proposto, os resultados obtidos nos experimentos e comparações com as demais ferramentas existentes. Ao final, no Capítulo 7, são apresentadas as conclusões, as limitações e os trabalhos futuros.

CAPÍTULO 2

COMUNIDADES SURDAS E A LÍNGUA BRASILEIRA DE SINAIS

Comunicação, informação e conhecimento são imprescindíveis para o exercício da cidadania, especialmente após as transformações ocorridas na sociedade atual, a qual encontra na área das Tecnologias da Informação e da Comunicação (TICs), um amplo crescimento. Estas transformações não se dão de maneira igual e nem ao mesmo tempo. Vários são os grupos, as comunidades e até mesmo os países que se beneficiam destas transformações, o que gera, por outro lado, sociedades inteiras alijadas deste processo.

Os surdos, como constituintes minoritários de uma cultura vital, expressa por meio de *“símbolos, basicamente visuais, cuja maior representação é a Língua Brasileira de Sinais”*[21] é uma abordagem preferível à concepção de deficiência, preferível ao entendimento da surdez como *“uma perda de comunicação, um protótipo de auto-exclusão, de solidão, de silêncio, obscuridade e isolamento”*[33].

Os portadores de necessidades geralmente são excluídos na sociedade e, entre eles, encontram-se o Surdo e as suas comunidades. Os preconceitos enfrentados pela comunidade surda são diversos, entre estas, as concepções erradas que, dentro da sociedade são vistas como politicamente corretas, inclusive. As definições da própria surdez, tais como “deficiente auditivo” e/ou “surdo-mudo” são exemplos desta concepção errada que acabam criando estereótipos. Isso porque, o surdo possui uma língua própria, o que desqualifica o termo “mudo”, por exemplo. Além disso, os surdos fazem parte de uma comunidade como qualquer outra, capaz de aglutinar diferentes especificidades dentro do grupo.

A forma particular de comunicação e entendimento do mundo pelo surdo faz parte de sua cidadania [12], portanto, as comunidades de surdos devem ser respeitadas em relação à sua língua, identidade e aspectos culturais.

Atualmente os surdos são considerados portadores de necessidades que, mesmo não pres-

cindindo de tratamento médico, são representantes de uma minoria cujo embate de inclusão deve agregar dimensões sociais, políticas e de cidadania. Estas, desdobradas se tornam acesso à informação, educação, letramento e ferramenta de auxílio.

No Brasil, a Constituição Federal de 1988[29] estabelece, no Artigo Sexto, que: *“são direitos sociais a educação, saúde, trabalho, moradia, o lazer, a segurança [...]”* e, sendo assim, é norma constitucional para o surdo assim como qualquer outro brasileiro, seus direitos acima citados garantidos. Por isto, é fundamental o correto entendimento da questão sobre as necessidades dos surdos (que são distintas na língua) para então, incluir sua participação na sociedade, impulsionando sua atividade em todas as áreas com o intuito de garantir sua cidadania plena.

Portadores de identidade e de cultura própria, os Surdos padecem com as dificuldades de acesso e participação efetiva na definição dos rumos da sociedade. Desconsiderados como sujeitos, os Surdos foram tratados durante séculos, como anormais. Segue-se então, um tortuoso processo de mudança para que ele não fosse mais visto como um indivíduo afastado da normalidade, considerado inferior pelo conceito de normalidade clínica. Com o passar dos anos, percebeu-se a capacidade de aprendizado do surdo e iniciou o seu reconhecimento como sujeito. É neste período que surgem pesquisas que tem como objetivo auxiliar o ensino dos Surdos[15].

Ao mesmo tempo, os membros da comunidade Surda não querem ser definidos pela sua surdez. Sendo assim, eles querem ser incluídos na sociedade agindo como agem dentro de seu universo. Para isso, os surdos precisam de ferramentas para auxiliá-los na comunicação entre si e com os demais membros da sociedade, afinal, cada vez mais o mundo está baseado na informação e no conhecimento, e quem não está incluído neste círculo, acaba excluído da sociedade. Muitas pessoas desconhecem as línguas de sinais e, desta forma, não entendem a comunicação por “gestos”, gerando aos surdos, problemas de baixa auto-estima, discriminação, entre outros[28]. Por vezes, a sociedade acredita que os surdos não podem fazer parte dos ambientes considerados “normais”, e este é um problema histórico. É este preconceito que prejudica o desenvolvimento intelectual dos surdos, mas a realidade aos poucos vem sendo transformada, principalmente pelo fato de que os próprios surdos

tomaram consciência da importância da língua de sinais para o desenvolvimento de sua própria identidade.

2.1 LIBRAS - A Língua Brasileira de Sinais

As línguas de sinais são línguas de modalidade gestual espaço-visual, pois realizam a comunicação através de movimentos sinalizados (mão, braço e antebraço) e expressões não-manuais percebidos por meio da visão (expressões faciais e movimentos corporais de cabeça e tronco). Esta é uma das diferenças entre a língua de sinais e as línguas orais-auditivas como a Língua Portuguesa (utiliza o som como meio de comunicação [3]).

Diversas características das línguas de sinais as definem de forma bem específica e as diferenciam de outros sistemas de comunicação, provando que são sistemas linguísticos, capazes de fornecer aos surdos que a utilizam o meio adequado para a realização de todas as suas potencialidades linguísticas [10].

A Língua Brasileira de Sinais é um sistema linguístico legítimo e natural, utilizado pela comunidade surda brasileira, que possibilita o desenvolvimento linguístico, social e intelectual daquele que a utiliza como instrumento comunicativo, favorecendo seu acesso ao conhecimento cultural-científico, bem como a integração ao grupo social ao qual pertence. A LIBRAS expressa sentimentos, estados psicológicos, conceitos concretos e abstratos e processos de raciocínio [10]. Sua forma de representação guarda especificidades que a diferencia das outras línguas, como a Língua Portuguesa, mas, ao mesmo tempo, possibilita a expressão de qualquer conceito ou referência de dados da realidade [24].

Um dos mitos mais comuns quando se trata das línguas de sinais é que ela é universal e, acreditar que as línguas de sinais sejam universais e os surdos possam se comunicar com outros surdos em qualquer parte do mundo, mas as línguas de sinais são diferentes umas das outras, exatamente como acontece nas línguas orais. Cada país possui seu sistema de língua de sinais, como a LSF (Langue des Signes Française) na França e a LGP (Língua Gestual Portuguesa) em Portugal[5]. Isto ocorre porque cada país possui características únicas que as diferenciam dos outros países, como os hábitos, a cultura, etc.

Outro mito existente é de que as línguas de sinais são apenas uma mistura mímica com gestos, sem a capacidade de expressar conceitos abstratos. Mas, ao contrário do que se imagina, essas línguas são complexas, únicas, com conteúdo, significados e significações próprias, estrutura gramatical, capacidade de expressão ampla e profunda, equivalente aos sistemas de comunicação oral[24].

2.2 Fonologia e Estrutura da Língua Brasileira de Sinais

A fonologia das línguas de sinais tem como objetivo estudar como os sinais são estruturados e organizados[13]. Cabe então, a fonologia das línguas de sinais, determinar as unidades mínimas que formam os sinais e estudar os padrões de combinações e variações possíveis entre estas unidades dentro da constituição de sinais[24].

Como apresentado anteriormente, as línguas de sinais possuem características específicas que as tornam línguas naturais genuínas. Essas características foram demonstradas por Stokoe (1960)[34], o primeiro linguista a defender que as línguas de sinais eram línguas naturais. Stokoe estudou a Língua de Sinais Americana durante um longo período e suas pesquisas evoluíram com o tempo e foram base para a criação de um Modelo Fonológico[4] que é utilizado no ensino da LIBRAS. Neste modelo são encontrados os seguintes parâmetros: “configuração de mão”, “locação”, “orientação da mão”, “movimento” e “expressões não-manuais”[34]. Nas próximas seções, cada parâmetro é definido, explicado e seus valores são descritos nas LIBRAS.

2.2.1 Configuração de Mão

Podemos deduzir que Configuração de Mão é a forma que a mão assume durante a execução de um determinado sinal, ou seja, a disposição dos dedos da mão ou das mãos durante a realização do sinal. A configuração pode ser mantida do início ao fim da realização do sinal, como também pode sofrer alteração para outra configuração de mão, assim existem sinais que são constituídos por mais de uma configuração de mão[7].

Como podemos observar na Figura 2.1 divulgada pelo INES - Instituto Nacional de

Educação dos Surdos[9], a Língua Brasileira de Sinais é composta por 64 configurações de mãos que se diferem de acordo com as posições, dedos abertos, curvados, flexionados ou fechados, contato e contração das mãos.



Figura 2.1: Configurações de Mão do INES (Retirado de [7])

Na LIBRAS, existe um conjunto restrito de configurações de mão, que são utilizados para representar as letras do alfabeto manual, também chamada de datilologia. A datilologia é usada para soletrar palavras da língua portuguesa que não possuem sinais da LIBRAS para representá-las, tais como nomes próprios, lugares, siglas, entre outros. Essa soletração manual corresponde à sequência das letras que formam a palavra em Português[24]. Porém, essas palavras são raras ou muito novas, pois geralmente são substituídas por um sinal da LIBRAS.

2.2.2 Locação

Este parâmetro pode ser considerado o local do corpo ou do espaço onde o sinal é articulado, também é conhecido como “localização” e “ponto de articulação”. Segundo Quadros & Karnopp [24] o espaço de enunciação é a área que abrange todos os pontos dentro do raio de alcance das mãos em que os sinais são articulados.

Pontos de articulação no espaço são os locais em frente ao enunciador que são realizados os sinais. Segundo Ferreira Brito [7], os valores dos pontos de locação específicos do espaço não são claramente especificados. Existe ainda a necessidade de utilizar alguns adjetivos para especificar de maneira precisa os pontos onde os sinais são realizados nas locações definidas. Dada uma determinada locação, o ponto de articulação pode estar localizado no “lado direito”, “lado esquerdo”, no ponto “medial” e na “parte interna” e “na parte externa”. Essa autora ainda demonstra alguns termos para descrever as locações em relação ao espaço e o contato: “imediatamente próximo”, “distância média”, “distante”, “em contato”, “contato inicial”, “contato medial”, “contato final” e “cruzamento”.

2.2.3 Orientação da Palma

A orientação é a direção para a qual a palma da mão aponta durante a execução de um sinal[24]. A orientação da palma pode ser para cima, para baixo, para dentro, para fora, e para os lados[7], como podemos observar na Figura 2.2.

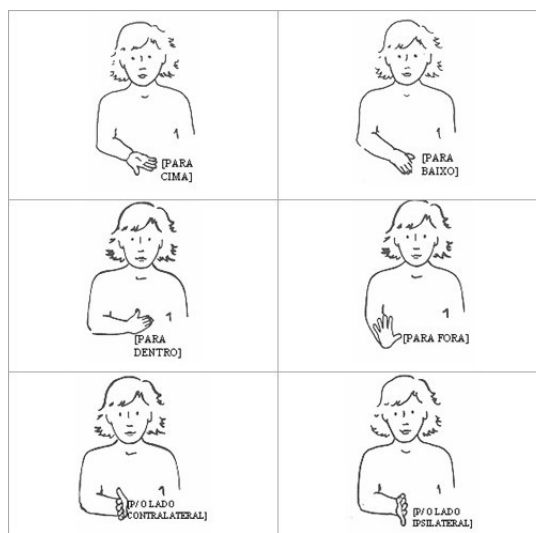


Figura 2.2: Orientações da Palma LIBRAS (Adaptado de [7])

2.2.4 Movimento

Podemos definir o parâmetro de movimento como a ação das mãos no espaço em torno do enunciador. Segundo Quadros & Karnopp [24], autores como Klima & Bellugi [18] demonstram o tamanho da complexidade deste parâmetro de movimento, que caracteriza diversas formas e direções, sendo significativas para mudança do significado de um determinado sinal. Na LIBRAS, o parâmetro de movimento é classificado perante o tipo, direcionalidade, maneira, frequência, traços semelhantes. Essas classificações (tabela 2.1) propostas por [25], [19], entre outros autores.

Tipo	<ul style="list-style-type: none"> • Contorno: retilíneo, helicoidal, circular, semicircular sinuoso, angular, pontual; • Interação: alternado, de aproximação, de separação, de inserção, cruzado; • Contato: de ligação, de agarrar, de deslizamento, de toque, de esfregar, de riscar, de escovar, de pincelar; • Torcedura do pulso: rotação, com refreamento; • Dobramento do pulso: para cima, para baixo; • Interno das mãos: abertura, fechamento, curvamento e dobramento.
Direcionalidade	<ul style="list-style-type: none"> • Unidirecional: para cima, para baixo, para direita, para esquerda, para dentro, para fora, para o centro, para a lateral inferior esquerda, para a lateral inferior direita, para a lateral superior esquerda, para a lateral superior direita, para específico ponto referencial; • Bidirecional: para cima e para baixo, para a esquerda e para direita, para dentro e para fora, para laterais opostas - superior direita e inferior esquerda;
Maneira	<ul style="list-style-type: none"> • Qualidade, tensão e velocidade contínuo de retenção refreado
Frequência	Repetição: simples ou repetido

Tabela 2.1: Descrição dos Aspectos de Movimento da LIBRAS (Adaptado de [24])

2.2.5 Expressões Não Manuais

A LIBRAS conta com um parâmetro que difere dos parâmetros principais das línguas de sinais, as expressões não-manuais, que são os movimentos da face, olhos, cabeça e tronco. Essas expressões constituem a marcação de construções sintáticas (interrogativas, relativas, concordâncias e etc) e diferenciar itens lexicais (referência específica e pronominal, partícula negativa, advérbio, entre outros)[24].

Essas expressões são extremamente importantes, pois com elas é possível a definição e a diferenciação do significado de inúmeros sinais. Essas expressões podem transmitir alegria, tristeza, raiva, entre outros[16].

As expressões não-manuais em LIBRAS listadas por Ferreira Brito [7] são baseadas no trabalho de Baker [3] e são divididas em “rosto”, “cabeça”, “rosto e cabeça”, e “tronco” como apresentado na Tabela 2.2.

Rosto - Parte Superior	Sobrancelhas Franzidas - Olhos Arregalados - Lance dos Olhos - Sobrancelhas Levantadas
Rosto - Parte Inferior	Bochechas Infladas - Bochechas Contraídas - Labios Contraídos Projetados e Sobrancelhas Franzidas - Correr da Língua Contra a Parte Inferior Interna da Bochecha - Apenas Bochecha Direita Inflada - Contração do Labio Superior - Franzir do Nariz
Cabeça	Balanceamento para Frente e para Trás (sim) - Balanceamento para os Lados (não) - Inclinação para Frente - Inclinação para o Lado - Inclinação para Trás
Rosto e Cabeça	Cabeça Projetada para Frente - Olhos Levemente Cerrados - Sobrancelhas Franzidas - Cabeça Projetada para Trás e Olhos Arregalados
Tronco	Para Frente - Para Trás - Balanceamento Alternado dos Ombros - Balanceamento Simultâneo dos Ombros - Balanceamento de um Único Ombro

Tabela 2.2: Expressões não-manuais da LIBRAS (Adaptado de [24])

CAPÍTULO 3

A IMPORTÂNCIA DA ESCRITA E OS SISTEMAS DE ESCRITA PARA LÍNGUAS DE SINAIS

Nesta seção será apresentado a importância que a escrita tem no mundo para qualquer língua, oral ou de sinal. Bem como os Sistemas existentes para a Escrita de Sinais e o SignWriting, sistema de escrita usado na ferramenta.

3.1 A Importância da Escrita

Há séculos a escrita vem ajudando o homem. Afirma-se que ela está entre nós desde as cavernas, há 8.000 anos a.C, ou seja, desde as primeiras civilizações do mundo. Antes do surgimento dela, a comunicação acontecia por meio da fala e dos gestos. A escrita surgiu a partir da necessidade do ser humano em registrar e armazenar dados entre povos da civilização[36] e em decorrência da necessidade que o homem tinha de controlar o ambiente em que vivia. Com seu surgimento, houve uma maior consciência sobre os fatos e permitiu a organização do pensamento. Existem diversas maneiras de comunicação, porém, estas são tidas como voláteis, que passadas de pessoas para pessoas, tem como risco a sua modificação de sentido e significado. Já a escrita permanece intacta e é por este motivo que surge a necessidade do registro escrito da Língua de Sinais.

Segundo a autora Dulcineia Azeredo[36]: *“A importância da escrita para a história e para a conservação o de registros vem do fato que estes permitem o armazenamento e a propagação de informações não só entre indivíduos, mas também por gerações. Através da escrita encontramos possibilidades de colocar o homem do presente em contato com o homem do passado, resgatando fatos que ao serem abordados em uma perspectiva inovadora, certamente terão benefícios para a própria existência humana”*.

Hoje conseguimos encurtar distâncias através das tecnologias, estabelecemos contatos em tempo real com pessoas que estão a milhares de quilômetros de nós. Mas a utilização da

Escrita através do alfabeto é o principal meio pelo qual todas estas tecnologias se desenvolveram, se expandiram e, ainda hoje, continuam evoluindo cada vez mais rapidamente. Do ponto de vista da cultura surda, o uso da língua oral de seu país como única opção de escrita, interfere não só as relações pessoais entre surdos, que são contemporâneos uns dos outros, mas distanciados no espaço, bem como, as manifestações dos surdos de outras épocas, pois essas precisam ser mediadas e registradas em forma escrita numa língua que não é a própria, o que implica, necessariamente, na intervenção de um processo de adaptação entre as línguas de sinais e falada que estão em questão.[26]

3.2 Sistemas de Escrita para Línguas de Sinais

Embora utilizem a LIBRAS para a comunicação, os surdos ainda tem como dificuldade o registro do conhecimento na forma escrita. Quando ele acontece, ainda é mediado pelo Português escrito e, desta maneira, o conhecimento e a cultura são insatisfatoriamente registrados, já que não estão representados pela Língua de Sinais[35].

Os surdos deveriam utilizar a língua de sinais também por meio escrito, a fim de auxiliar sua comunicação. Sendo assim, uma possível ferramenta que auxilie os surdos no registro de sua cultura e no conhecimento produzido por eles, é fundamental.

Diversos sistemas de escritas para as línguas de sinais surgiram para tentar solucionar a grafia dos sinais, mas isso chega a ser um problema para a comunidade, que muitas vezes não sabe qual o sistema mais adequado para usar e acaba recorrendo a escrita da língua oral do seu país. Nessa seção serão apresentados alguns sistemas de escrita usados e na próxima seção o SignWriting, que por ser considerado o mais completo, é utilizado no Sistema implementado.

3.2.1 Sistema de Stokoe

Além de ser precursor da legitimidade e do caráter linguístico das línguas de sinais, o Stokoe[34] criou uma notação para a representação da língua, baseado nos parâmetros

estudados: configurações de mão (18) (Figura 3.1), locação (12 posições), os movimento indicando ação (22) e a orientação da mão (4). O objetivo do sistema criado por Stokoe era atender sua própria necessidade no registro e estudo das línguas de sinais, portanto, sua notação não teve intuito de atender a utilização do código escrito pelos surdos[35]. O sistema de Stokoe é a primeira notação que representa os componentes fonológicos da Língua de Sinais Americana por meio de símbolos. A notação original era formada por 55 símbolos, mas ao longo do tempo, pesquisadores foram alterando este conjunto pelas mudanças determinadas na própria língua.

	A	Punho fechado		I	Como "I"
	⌘	Punho fechado, polegar estendido		K	Como "K"
	B	Mão plana		3	Como "3"
	⌘	Como "B" mas dedos curvos		R	Como "R"
	5	Dedos estendidos como "5"		V	Como "V"
	C	Mão curvada como "C"		W	Como "W"
	E	Mão contraída		X	Índice curvo
	F	Como "F"		Y	Mínimo e indicador estendidos
	G	Indicador aponta		8	Médio e polegar em contato
	H	Indicador e médio apontam (antiga forma do "H")			

Figura 3.1: Configurações de mão do Sistema de Stokoe (Retirado de [34])

3.2.2 Notação de François Neve

Pesquisador da Universidade de Liège (1996), François Neve expandiu a notação do Stokoe deixando-a mais completa. Com as alterações, a notação François Neve tornou possível a numeração e tratamento computacional dos signos. A representação (escrita) é realizada por meio de colunas na vertical, de cima para baixo (em uma só coluna quando a mão dominante sinaliza, ou em duas colunas para ambas as mãos)[35].

Nas notações de Stokoe e François Neve, percebe-se um caráter matemático e tais notações dispõem dos elementos básicos para descrever os aspectos da fonologia especificados até

então. As notações também não descreveram formas para representar expressões não manuais (face, corpo, cabeça, entre outros), componente imprescindível nas línguas de sinais como apresentado anteriormente.

3.2.3 HamNoSys

A notação HamNoSys (Hambrug Sign Language Notation System)[14] é um sistema de transcrição fonética linear, mais abrangente do que a notação de Stokoe, que define cerca de 200 símbolos para a representação das configurações de mão, orientação, locações de cabeça e tronco e movimentos através de representações icônicas facilmente entendidas e reconhecidas. Uma inovação desta notação foi a representação de expressões não manuais. A partir deste sistema de escrita, foi desenvolvida uma notação computacional para a transcrição dos sinais, esta, auxiliando na proposição de algumas ferramentas para os surdos. O SiGML[17] (Signing Gesture Markup Language) é um modelo de transcrição de sinais baseado no HamNoSys, construído por meio da linguagem XML (Extensible Markup Language) e uma alternativa flexível para representação computacional dos elementos formadores dos sinais.

O SiGML foi desenvolvido baseado no HamNoSys, que possui um conjunto de elementos gráficos para representar os sinais de forma linear. Segundo os autores[23], esta codificação apresenta uma dificuldade para descrever um sinal devido à linearidade do sistema de transcrição. Além disso, o HamNoSys, por ser um código gráfico linguístico de escrita, não apresenta alguns elementos da Língua de Sinais, que muitas vezes são fundamentais para um tratamento computacional eficiente.

3.3 Sistema de Escrita SignWriting

O SignWriting é uma notação para a escrita visual das línguas de sinais. Seus componentes permitem que qualquer língua de sinais seja representada visualmente, ou seja, o sistema de escrita permite representar a estrutura gramatical de forma gráfica.

Segundo Capovilla & Raphael (2001)[20], o SignWriting objetiva ser mais que um mero

sistema de notação científica para descrição de sinais, mas tem como objetivo ser um sistema prático para a escrita dos sinais, possibilitando a comunicação escrita rápida e inequívoca por surdos em seu cotidiano. O SignWriting é um sistema robusto e capaz de representar graficamente qualquer língua de sinais, funcionando com um sistema alfabético, no qual as unidades gráficas correspondem às unidades que formam os sinais[35]. O sistema foi desenvolvido pela norte-americana Valerie Sutton, na década de 70, quando a pesquisadora estava na Universidade de Copenhague, Dinamarca, grafando balés tradicionais através de um sistema criado para essa finalidade, o DanceWriting[20].

Sutton despertou a atenção de pesquisadores da língua de sinais Dinamarquesa na Universidade de Copenhague, que viram naquela escrita uma possibilidade para notação dos sinais utilizados na comunicação/interação das pessoas que utilizam a língua visual. Surgia então, o primeiro movimento para grafar as línguas de sinais. Hoje já são mais de 27 países que utilizam o SignWriting em escolas, universidades, associações e áreas ligadas às comunidades surdas[6].

Os sistemas de escrita apresentados acima mostram alternativas interessantes no auxílio do registro escrito dos sinais. O SignWriting, principalmente, parece um sistema de escrita robusto com todo o potencial para ser utilizado na Língua de Sinais Brasileira, pois dispõe de símbolos gráficos que facilitam a descrição e a compreensão dos sinais representados. Por possuir essas características, foi o sistema de escrita escolhido para o desenvolvimento da ferramenta em questão.

3.3.1 O uso do SignWriting no Brasil

No Brasil, a LIBRAS é utilizada desde 1996, na educação de surdos e em pesquisa, graças a Marianne Rossi Stumpf, a primeira surda a escrever os sinais da LIBRAS nesse sistema de escrita. Naquele ano, ela começou a pesquisar a escrita de sinais com o Doutor Antônio Carlos da Rocha Costa e a professora Márcia Campos, da Pontifícia Universidade Católica - RS. A partir disto, Marianne e Antônio fizeram a tradução da Língua Portuguesa para o mesmo sistema de escrita de sinais de um livro infantil “Uma menina chamada Kauanna”. Este foi o primeiro texto de LIBRAS escrito em sinais no Brasil[31].

Os textos escritos em SignWriting começaram a despertar o interesse dos surdos e profissionais, pois representam a forma escrita das línguas de sinais. A escrita apresenta possibilidades de expressar, em sua grande maioria, os recursos gramaticais da Língua, bem como suas modulações espaço-visuais incorporadas nos sinais e no discurso.

Apesar do interesse, a utilização do sistema ainda é muito restrita, contudo, muitos autores defendem que seu uso pode auxiliar na ampliação da documentação da LIBRAS. Esse sistema de escrita ainda não é do conhecimento da maioria dos surdos, e uma das questões levantadas por esta comunidade é a de que o SignWriting não é utilizado, em sua maioria, porque a maior parte do legado de informação e de conhecimento, está registrado em outras línguas escritas, como o Português. Além disso, existem poucas ferramentas em LIBRAS que oferecem suporte ao uso do SignWriting e, neste sentido, é fundamental o desenvolvimento de artefatos tecnológicos que impulsionem o uso e a legitimação dele como sistema de escrita para LIBRAS, no qual, a comunidade de surdos possa produzir e registrar conhecimento.

3.3.2 Formas de Escrita em SignWriting

Para a escrita de sinais em SignWriting, existe a possibilidade de se escrever os sinais de 3 formas diferentes (Figura 3.2). A Escrita de Corpo Inteiro utiliza a figura completa do corpo, uma forma mais fácil de ser entendida pelos iniciantes. Esta forma é utilizada na Dinamarca pelas crianças surdas, intérpretes e familiares. Também foi utilizada para criar dicionários.

Na Escrita Padrão é utilizada a figura com símbolos tornando o sinal uma unidade visual. É a forma considerada padrão no uso da escrita da língua de sinais que vem sendo usada nos Estados Unidos e em outros países, como o Brasil. Já na Escrita Simplificada é uma forma simplificada da Escrita Padrão que exclui alguns símbolos que visam facilitar a redação Escrita a Mão.



Figura 3.2: Formas de Escrita para o SignWriting (Retirado de [31])

3.3.3 Estrutura do SignWriting

Podemos afirmar que o SignWriting possui uma estrutura composta de quatro elementos básicos: mãos, movimentos, expressões faciais e corpo. Esse sistema abrange uma grande quantidade de parâmetros que os demais sistemas de escrita não abrangem, até mesmo o Sistema de Stokoe, apresentado anteriormente que se mostra bem completo.

As expressões faciais e os movimentos do corpo são imprescindíveis para a representação dos sinais, os elementos para representação das mãos são as configurações de mão, sua orientação e seu movimento. Esses parâmetros possibilitam a distinção de tipos de contato efetuados entre uma ou as mãos e o resto do corpo. O sistema possui por volta 900 símbolos, estes, oferecem mais precisão à notação dos símbolos gestuais, mas muitas vezes não são indispensáveis na compreensão de alguns sinais[31].

Além dos elementos básicos do Sistema, o grande número de símbolos revela a complexidade do mesmo e, sua organização é observada na Tabela 3.1.

Tabela 3.1: Tabela com os Grupos do Sistema de Escrita SignWriting (Adaptado de [31])

<Grupos do SignWriting>	
	Orientações e posições de mãos
	Tipos de contatos
	Configurações de mãos
	Movimentos de dedos
	Movimentos de braços
	Orientações e posições de mãos
	Tipos de contatos
	Configurações de mãos
	Movimentos de dedos
Movimentos de braços e apontamentos (retos, curvos, flexões, rotação, circulares)	
	Expressões faciais
Localizações de símbolos da cabeça	
	Movimentos de cabeça
	Orientações de olhar
	Movimentos de corpo
	Símbolos de pontuações
	Dinâmicas de movimentos

3.3.3.1 Símbolos Manuais

Tanto para a leitura como para a escrita dos sinais, é como se você estivesse olhando para suas próprias mãos da sua própria perspectiva.



Figura 3.3: Orientação da Palma pela Perspectiva de Visão (Retirado de [31])

Na Figura 3.3, conseguimos observar a perspectiva já explicada e também uma das orientações da mão. Quando você vê a palma de sua própria mão enquanto está sinalizando, o símbolo para a mão será branco ou transparente. Quando você vê o lado de sua mão enquanto sinaliza, o símbolo será metade preto, metade branco, a parte branca do símbolo mostra onde a palma da mão está e a parte escura representa o dorso da mão. Quando você vê a parte de trás de sua própria mão enquanto está sinalizando, o símbolo

para a mão será preto ou escurecido.

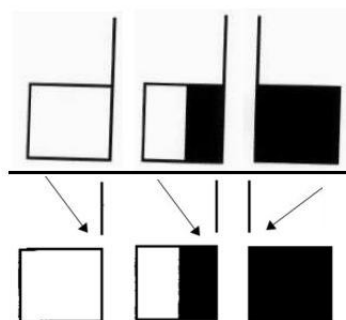


Figura 3.4: Orientação da Mão pela Perspectiva do Plano de Execução (Adaptado de [31])

Outra importante orientação quando se trata das configurações de mão, ou seja, os símbolos que representam as mãos, é se sua visão é paralela ao plano da parede (vertical) ou paralela ao plano do chão (horizontal). Quando a imagem possui um pequeno espaço em branco em seu contorno (destaque figura 3.4), essa configuração de mão está no plano paralelo ao chão, quando a imagem não possui esse espaço vazio, a configuração de mão está no paralelo a parede. Existem 10 grupos de símbolos para representar as mãos (figura 3.5). Esses símbolos são classificados de acordo quais dedos são usados na articulação do sinal. As configurações de mão de todas as línguas de sinais podem ser representadas por esses símbolos.

Grupo 1:		Indicador	Grupo 6:		Dedo Mínimo – Polegar
Grupo 2:		Indicador – Médio	Grupo 7:		Dedo Anular – Polegar
Grupo 3:		Indicador – Médio – Polegar	Grupo 8:		Dedo Médio – Polegar
Grupo 4:		Quatro Dedos	Grupo 9:		Dedo Indicador – Polegar
Grupo 5:		Cinco Dedos	Grupo 10:		Polegar

Figura 3.5: Grupos de Configuração de Mão do SignWriting (Retirado de [31])

As regras de orientação (Figura 3.3 e Figura 3.4) são aplicadas a todas as 10 configurações de mão.

3.3.3.2 Símbolos de Contato

Para a grafia do contato realizado das mãos, entre elas ou com o corpo no Sistema de escrita em questão, são usados 6 símbolos: contato, pegar, entre, bater, escovar e esfregar (figura 3.6).

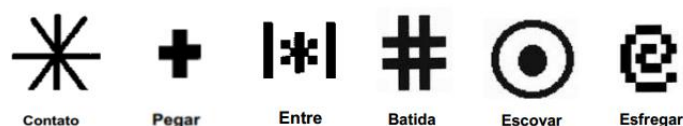


Figura 3.6: Símbolos de contato do SignWriting (Adaptado de [31])

- Contato: é escrito com um asterisco. Toque é definido com a mão gentilmente em contato com outra parte do corpo;
- Pegar: é escrito com um sinal de adição. Pegar é definido com a mão pegando uma parte do corpo ou um pedaço da roupa;
- Entre: é definido com um asterisco entre duas linhas. Entre é definido com um toque entre duas partes do corpo que passam uma através da outra, geralmente entre dedos;
- Batida: é escrito com duas linhas cruzando duas linhas. Bater é definido com uma mão fortemente em contato com uma superfície;
- Escovar: é escrito com um círculo com um ponto preto no centro. Escovar é definido com um movimento que tem contato e depois sai de uma superfície;
- Esfregar: é escrito com um símbolo de espiral. Esfregar é definido como um contato que move, mas permanece na superfície.

3.3.3.3 Símbolos de Movimento de Dedos

Da mesma maneira que os símbolos de contato, o SignWriting possui 6 símbolos para a representação gráfica dos movimentos realizados pelos dedos durante a execução do

senal (Figura 3.7). Esses símbolos são referentes aos movimentos da articulação média e proximal.



Figura 3.7: Símbolos de Movimento dos Dedos do SignWriting (Adaptado de [31])

- **Articulação Média Fecha:** Quando a articulação média do dedo fecha (flexiona) este movimento do dedo fechado é escrito com um ponto preto (preenchido). O ponto é colocado perto da articulação do dedo que faz o movimento. Dois pontos representam dois movimentos de flexão.
- **Articulação Média Abre:** Quando a articulação média do dedo abre (estende), este movimento do dedo abrindo é escrito com um ponto branco (não preenchido). O ponto é colocado perto da articulação do dedo que faz o movimento. Dois pontos representam dois movimentos de extensão.
- **Articulação Proximal Fecha:** Quando a articulação proximal do dedo flexiona, este movimento da articulação fechando é escrito com uma pequena seta que aponta para baixo. A seta é colocada perto da articulação proximal que faz o movimento. Duas setas indicam dois movimentos de flexão.
- **Articulação Proximal Abre:** Quando a articulação proximal do dedo estende, este movimento da articulação abrindo é escrito com uma pequena seta apontando para cima. A seta é colocada perto da articulação proximal que faz o movimento. Duas setas indicam dois movimentos de extensão.
- **Articulação Proximal Abre-Fecha:** Os dedos se movem juntos na mesma direção, como um só. As articulações proximais dos dedos estendem e flexionam (para cima ou para baixo). Este movimento da articulação proximal de abrir-fechar é escrito com uma série de pequenas setas conectadas apontando para cima e para baixo.
- **Articulações Proximais Alternadas:** Os dedos não se movimentam juntos como um

só. Eles se movem em direções opostas. Um se move para cima, enquanto os outros se movem para baixo (alternados). O símbolo do movimento alternado da articulação proximal é escrito com duas séries de pequenas setas apontando para cima e para baixo.

3.3.3.4 Símbolos de Movimento

Para representação dos movimentos realizados pelas configurações de mão, o sistema usa setas. Essas setas possuem algumas características especiais referentes ao plano que ele é executado e a qual das mãos que realiza ou até mesmo se é realizado pelas duas mãos. Essas setas possuem várias formas e direções para representar o sentido e a trajetória do movimento.

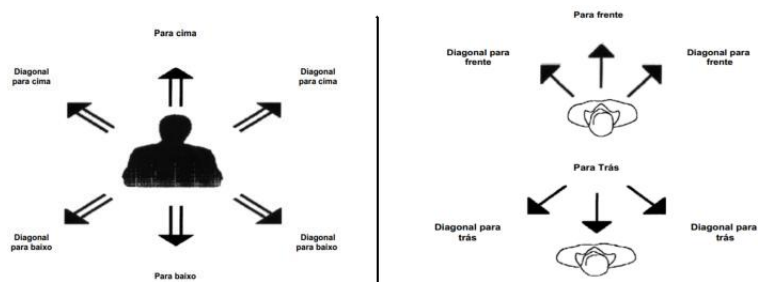


Figura 3.8: Direção dos Movimentos do SignWriting (Adaptado de [31])

A seta com haste dupla é para representar o movimento realizado no Plano da Parede (Vertical), ou seja, usada para os movimentos para cima e para baixo com suas variações. As setas com haste simples são para representar o movimento no Plano do Chão (Horizontal), ou seja, para frente e para trás e suas variações (Figura 3.8).

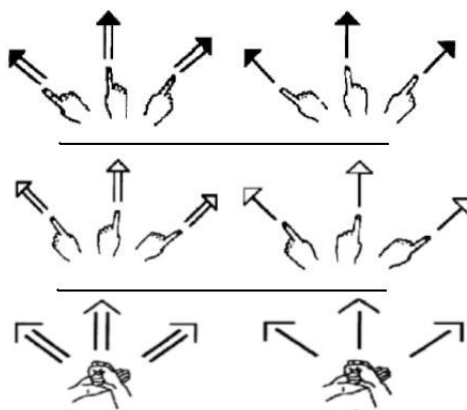


Figura 3.9: Uso das Mãos nos Movimentos do SignWriting (Adaptado de [31])

Na Figura 3.9, observamos que o movimento com a mão direita é escrito com setas preenchidas (pretas), o movimento com a mão esquerda é escrito com setas não preenchidas (brancas) e quando as mãos estão em contato e se movem na mesma direção, elas se movem como uma unidade. O movimento é da mão direita e da mão esquerda, unidas. É escrito com uma seta neutra, que não é nem preta nem branca. Todas as setas de movimento seguem esse padrão de classificação e podem possuir diversos sentidos: para o lado e para frente, para cima e para baixo, para diagonal e para o lado, entre outros.

3.3.3.5 Expressões Faciais

Último parâmetro do SignWriting são as expressões faciais, que são parâmetros que diferem esse sistema de escrita de muitos outros existentes e contribui muito para sua universalidade. Os símbolos da face no SignWriting são divididos em 10 grupos (Figura 3.10): testa, sobrancelhas, olhos, olhar bochecha, nariz, boca, língua, dentes e outros.

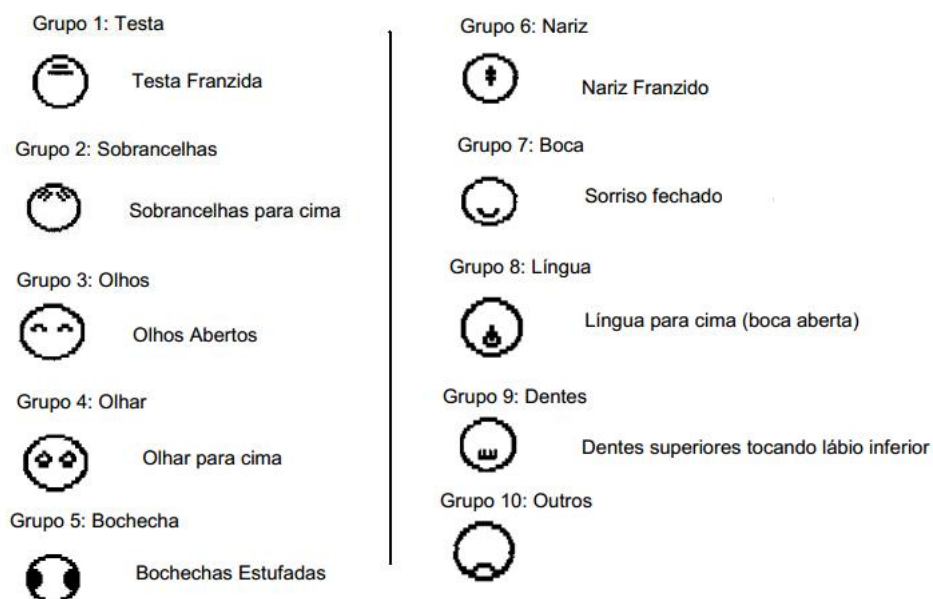


Figura 3.10: Grupos de Expressões Faciais do SignWriting (Adaptado de [31])

CAPÍTULO 4

TRABALHOS RELACIONADOS

Alguns trabalhos encontrados representam o estado da arte em relação ao desenvolvimento de sistemas de informação para membros das comunidades de surdos no Brasil e no mundo. Existem algumas iniciativas que tem por intuito, auxiliar essas comunidades em relação ao aprendizado das línguas de sinais e registros das línguas através do SignWriting.

Muitas vezes, as ferramentas desenvolvidas, embora tenham o objetivo de auxiliar os surdos, são produzidos para um público muito específico (surdos que dominam a leitura e a escrita da língua principal do seu país) e, desta maneira, não são adotados no cotidiano dos surdos como recursos de comunicação, interação e aprendizado. Muitos desses artefatos não contemplam as necessidades dos surdos, dentre as quais, é possível citar questões de língua (e.g. a informação está representada, em sua maioria, em uma língua diferente da LIBRAS, no caso o Português, pressupondo que todo o surdo tem domínio desta língua) e de interação (e.g. na maioria das ferramentas a interação dos usuários com a interface não é mediada pela LIBRAS).

4.1 SignWriter

Criado em 2004, nos Estados Unidos, pelo americano Richard Gleaves e divulgado pelo *Deaf Action Committe*, é um editor de texto em sinais em SignWriting. Chegou até a versão 4.4 e foi descontinuado, apesar de possuir suporte para diversas línguas, não obteve sucesso, principalmente pela precariedade da sua interface, destinada ao MS-DOS (Figura 4.1)[11].

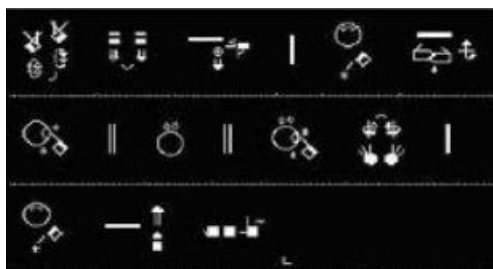


Figura 4.1: Interface SignWriter (Retirado de [11])

4.2 SignNet

Desenvolvido na Universidade Católica de Pelotas, o Projeto SignNet é destinado para adaptar a tecnologia da Internet para as línguas de sinais e na educação especial dos surdos. Seu objetivo foi implementar softwares e sistemas computacionais orientados à escrita das línguas de sinais: SWML (uma linguagem baseada em XML para interoperabilidade de softwares que operam com o sistema SignWriting de escrita de línguas de sinais), SW-WebMail (um sistema de webmail para línguas de sinais, com um editor de mensagens em língua de sinais escrita implementado via script em página HTML dinâmica), sw.ocx (um controle ActiveX para exibição de sinais escritos em páginas HTML), SW-Captioner (uma ferramenta para produção de legendas de vídeos, escritas em línguas de sinais, utilizando a tecnologia SAMI)[31].

4.3 SW-Edit

Outro sistema desenvolvido na Universidade Católica de Pelotas, pelos professores e pesquisadores Rafael Piccin Torchelsen e Antônio Carlos da Rocha Costa, é o SW-Edit. Ele possui, como principal funcionalidade, a edição de textos em línguas de sinais, baseado no sistema de escrita SignWriting. O sistema tem como funcionalidade também a inclusão de textos em língua oral, figuras e imagens, drag & drop entre diferentes programas, salvar e carregar arquivos no formato SWML (Figura 4.2). A sua base de dados é expansível e possui um dicionário de sinais, que está disponível na forma de arquivos na web.[37]

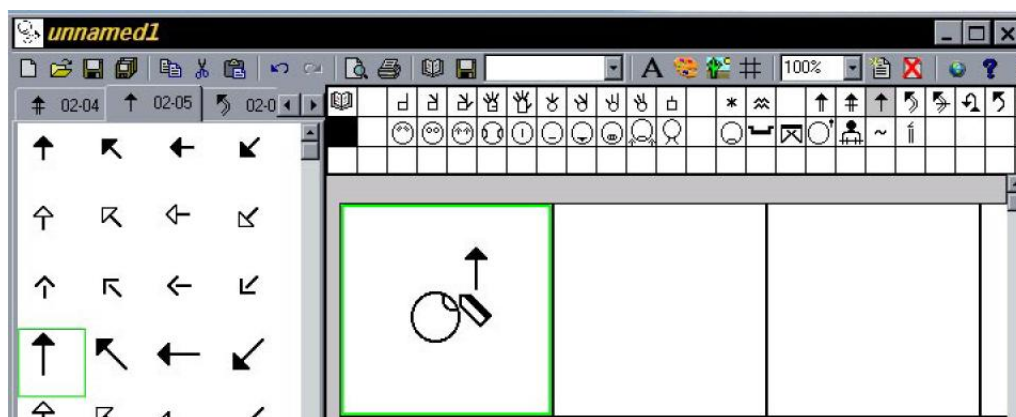


Figura 4.2: Interface SW-Edit (Retirado de [37])

4.4 SignTalk, SignSim e SignEd

As ferramentas a seguir foram desenvolvidas pela Dra Márcia B. Campos do Grupo de Informática na Educação de Surdos da Universidade Católica de Pelotas (Figura 4.3). O SignTalk tem como objetivo interação tanto através da LIBRAS quanto do Português via chat, possuindo várias funcionalidades como: quatro salas para bate-papo, a possibilidade de conversar em particular com uma pessoa, visualização do bate-papo tanto em escrita de sinais quanto em português[8].



Figura 4.3: Interface SignTalk, SignSim e SignEd (Retirado de [8])

Outra ferramenta desenvolvida pela pesquisadora citada acima, o SignSim, é um tradutor semiautomático entre língua de sinais e glosas em língua oral. E, por fim, o SignEd é um editor de sinais escritos, para utilização no SignTalk e no SignSim.

4.5 SignPuddle

Desenvolvido pelo SignWriting org, principal organização sobre SignWriting, o SignPuddle possui diversas ferramentas on-line (Figura 4.4), como ferramenta de dicionário, criador de sinais escritos, pesquisa de símbolos ou explicações, criador de sinais no e-mail e editor de destaques simples. Está na versão 2.0 que possui ajuda on-line com um único click, suporte multilíngue com código único e armazenamento de textos com várias versões [32]. Seu problema principal é o elevado tempo para a criação de um único sinal.



Figura 4.4: Interface SignPuddle (Retirado de [32])

4.6 Análise dos Softwares Apresentados

Com a análise dos softwares que podemos considerar como trabalhos relacionados, concluiu-se que todos possuem diversos problemas, sendo a nossa hipótese do pouco uso relatado dos mesmos.

Um dos problemas que podemos observar é que, em geral, o uso de árvores de símbolos para compor um sinal é um paradigma que deve ser repensado, pois o usuário perde muito tempo, já que o número de símbolos é extremamente elevado. Assim, o desenvolvimento só Serviço Web em questão, oferece a oportunidade de uma automaticidade na geração dos sinais gráficos da LIBRAS, assim solucionando os problemas para a comunidade tanto quanto a geração e acesso à informação em sua língua natural.

CAPÍTULO 5

METODOLOGIA

Neste capítulo são demonstrados os passos que deram consequência aos objetivos para determinar uma série metodológica: estudo da Arquitetura HCI para Inclusão Cultural e de Cidadania para Comunidades Surdas[8] , estudo do Modelo de Descrição Computacional da Fonologia da Língua de Sinais Brasileira[2], estudo das primitivas do SignWriting e descrição das mesmas para a criação da base de dados para a ferramenta. Nas próximas seções será detalhado cada um desses passos.

5.1 Estudo da Arquitetura HCI para Inclusão Cultural e de Cidadania para Comunidades Surdas

Como já foi abordado em outras seções, a literatura disponível e os produtos tecnológicos apresentam muitas limitações no sentido de promover a inclusão cultural e oferecer a cidadania plena dessa população. Essa arquitetura foi baseada em uma abordagem integrada em estratégias metodológicas com tudo que foi provado até agora, para ser adequado para as comunidades surdas, tanto computacionalmente como socialmente. Essa Arquitetura pode ser descrita, devidamente analisada e, comprovada com resultados publicados internacionalmente.

A arquitetura proposta pode ser descrita através de dois elementos principais: o abstrato, que possui quatro camadas gerais de hierarquia (com especial relevância a estrutura básica de interface construída) e do modelo de integração, que mostra todos os módulos e suas inter-relações identificadas que dão suporte para a execução da arquitetura. A Figura 5.1 apresenta um resumo da proposta de Arquitetura HCI [8], em seus quatro níveis.

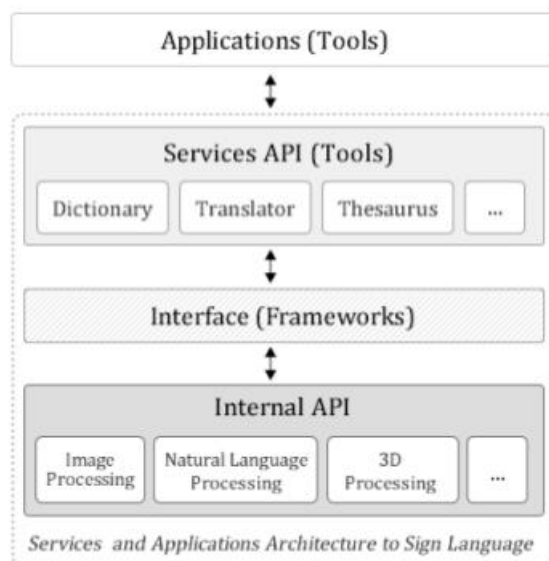


Figura 5.1: Camadas da Arquitetura HCI (Retirado de [8])

A pesquisa surgiu inicialmente, com o a ideia de dar apoio tanto para o Português quanto à Língua Brasileira de Sinais. Desta forma, as interfaces com o usuário devem permitir diálogos usuário-usuário em Português ou em LIBRAS e também as mistas, ou entre surdos e pessoas não surdas, ou interações entre pessoas surdas e sistema. Nestes últimos casos, intérpretes em tempo real devem mediar essa interação. Esta proposta exigia um perfil de usuário obrigatório para intérprete de LIBRAS.

A camada do meio é para permitir a acessibilidade das comunidades surdas à informação, à comunicação e à criação de conhecimento por meio de uma perspectiva inclusiva. A camada superficial é responsável por fornecer aplicações adequadas, principalmente nos eixos de: i) dar apoio adequado para Surdos linguagem natural (ou seja, a língua de sinais) aquisição e registo (como ocorre tradicionalmente nos códigos escritos de qualquer via oral linguagem); ii) apoio aos processos de ensino-aprendizagem da própria LIBRAS e do Português escrito como segunda língua (ou seja, a alfabetização); iii) a aquisição de conhecimentos de suporte de todas as outras áreas.

Os serviços necessários a que se refere são os associados à própria linguagem, começando por dicionários, dicionário de sinônimos e tradutores. Apesar de serem aplicações, eles podem ser vistos como ferramentas críticas para as comunidades surdas.

A interface entre os serviços e as APIs internas tem como principal função fornecer es-

truturas corretas para as ferramentas serem construídas. Finalmente, o nível interno é responsável pelas subáreas de conhecimento e tecnologia necessários para as diversas ferramentas e aplicações da computação.

Essa Arquitetura desenvolvida é a base para que qualquer aplicação que venha a ser desenvolvida para a comunidade surda tenha qualidade necessária para garantir a inclusão cultural e cidadania para a mesma e pare de ser uma barreira. Diante disso, todo esse trabalho foi fundamental para o desenvolvimento do Serviço Web em questão.

5.2 Estudo do Modelo de Descrição Computacional da Fonologia da Língua de Sinais Brasileira

Diante de um entendimento claro das constantes dificuldades vivenciadas pelas pessoas surdas, foi criado um Modelo que tem como intuito, propor uma base capaz de permitir usar a tecnologia para construir artefatos que auxiliem estes indivíduos no exercício da cidadania plena.

Foi desenvolvido um Modelo para a descrição computacional dos aspectos fonológicos dos sinais[2], que agrega flexibilidade e um nível de detalhamento capaz de proporcionar alternativas para um tratamento computacional robusto e para auxiliar as diferentes necessidades de aplicação. Este modelo é fundamental, pois atuará como um dos pilares na construção de artefatos tecnológicos que considerem as necessidades deste perfil de usuário e tornem a comunicação usuário-sistema natural para ele. Foram estudados diversos modelos da literatura que descrevem os aspectos articulatórios que constituem os sinais. O modelo proposto foi validado por um especialista em Língua de Sinais Brasileira e por meio da descrição de sinais da língua.

O desenvolvimento do modelo computacional foi iniciado pelo estudo dos modelos fonológicos das línguas de sinais existentes na literatura, pois esses modelos são responsáveis por descrever os aspectos que constituem os sinais e, ao mesmo tempo, os distinguem entre si. Como resultado desse estudo inicial, foi percebido que o modelo mais adequado é o Moviment-Hold[11P], pois possui um alto nível de detalhamento dos elementos cons-

tituintes do nível fonológico, além de também permitir a descrição de sinais sequenciais. Chegando ao ponto da estrutura do Modelo, verificamos que um sinal é composto por (Figura 5.2): suspensão, expressão não manual, movimento e sinal-composto, além de possuir nome como atributo.

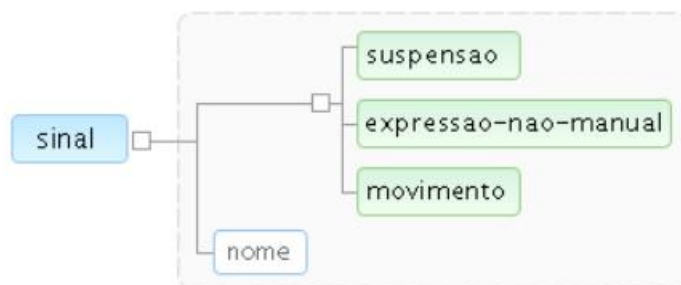


Figura 5.2: Estrutura de um Sinal pelo Modelo Fonológico (Retirado de [2])

Os sinais podem ser realizados com ambas as mãos, mão-dominante (Figura 5.3) e mão-não-dominante. Sendo a dominante a qual articula os sinais e a não-dominante pode fazer o papel de apoio na articulação do sinal ou possuir o mesmo papel da dominante.



Figura 5.3: Estrutura de uma Suspensão pelo Modelo Fonológico (Retirado de [2])

No elemento suspensão, os elementos mão-dominante e não-dominante possuem a mesma especificação, que é composta pelos elementos: configuração-mão (Figura 5.4), locação, orientação e movimento-local. Ainda possui elementos para configurações de cada dedo responsáveis por detalhar configurações de mão não específicas.



Figura 5.4: Configurações de mão e dedos pelo Modelo Fonológico (Retirado de [2])

O segundo aspecto e de extrema importância é a locação, que é descrito da mesma forma para ambas as mãos: cabeça-loc (sinais articulados na cabeça), tronco-loc (sinais articulados no tronco), mao-loc(sinais articulados na mão) e espaco-loc (sinais articulados no espaço neutro em torno do sinalizador), que define os pontos de articulação dos sinais. Esses elementos possuem uma lista pré-definida de valores apresentada na Tabela 5.1.

Tabela 5.1: Tabela com os pontos de Articulação dos Sinais da LIBRAS (Adaptado de [2])

<Cabeça>	<Tronco >	<Mão>
Topo da cabeça	Pescoço	Palma
Testa	Ombro	Costas das mãos
Rosto	Busto	Lado do indicador
Parte Superior do Rosto	Estômago	Lado do dedo mínimo
Parte Inferior do Rosto	Cintura	Dedos
Orelha	Braço	Ponta dos dedos
Olhos	Braços	Dedo mínimo
Nariz	Antebraço	Anelar
Boca	Cotovelo	Dedo médio
Bochechas	Pulso	Indicador
Queixo		Polegar

O elemento espaco-loc tem por objetivo facilitar a percepção do local no espaço onde o sinal é articulado.

O terceiro elemento da suspensão é a orientação que descreve se a mão está na horizontal ou vertical, bem como palma descreve a orientação durante o movimento.

O último elemento de suspensão é o movimento-local, que é o segundo elemento de sinal, expressao-nao-manual, possui grande importância na realização de alguns sinais. É

constituído pelo atributo sequência e pelos elementos: específica, rosto, cabeça-exp e tronco-exp.

Com o estudo do material do Capovilla et al. [20], foi percebido a existência de expressões faciais pré-definidas e, assim, foi utilizado este conjunto de expressões (Figura 5.5) para compor o elemento específica. O elemento rosto é dividido nos elementos parte-superior e parte-inferior, que representam a partes superiores do rosto (olhos, sobrancelhas, testa) e partes inferiores do rosto (boca, bochecha, lábios, línguas e etc) respectivamente. O elemento cabeça-exp está ligado ao balanceamento e a inclinação da cabeça, bem como o elemento tronco-exp representa essas características, só que do tronco.

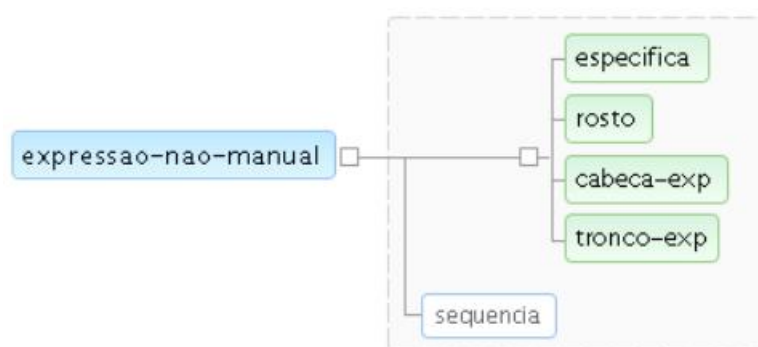


Figura 5.5: Expressão Manual pelo Modelo Fonológico (Retirado de [2])

Como terceiro elemento de sinal possuímos o movimento, tanto pode ser especificado pela mão dominante quanto não-dominante e possui o atributo sequência que define a sequencialidade dos fatos. Os elementos do movimento realizados pelas mãos são: tipo, maneira, direcionalidade, plano e frequência, como mostrado na Figura 5.6.

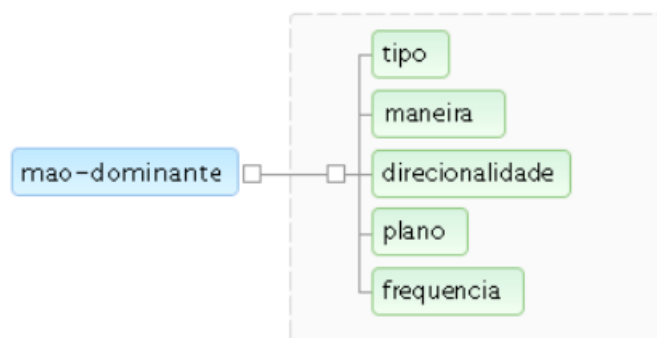


Figura 5.6: Movimento Mão Dominante pelo Modelo Fonológico (Adaptado de [2])

O último elemento sinal-composto foi inserido no modelo após uma validação por especialistas da comunidade surda, pois alguns sinais não eram passíveis de descrição sem esse elemento. O elemento é formado por suspensão e movimento. No primeiro elemento formador identificamos a relação das mãos e sua simetria, já no segundo elemento, pode ser definido com os valores simétrico, alternado, simultâneo e alternado posição.

Após definição da estrutura conceitual, o modelo foi especificado em linguagem computacional por meio do XML 2 (Extensible Markup Language). O XML é uma metalinguagem de marcação que proporciona recursos para definição de outras linguagens ou estruturas de informação, neste caso, a estrutura de elementos do modelo proposto. Além disso, o XML permite a estrutura hierárquica da informação, o que permite manter a estrutura e as nomenclaturas do modelo conceitual, permitindo a facilidade de leitura e entendimento. A opção por ele também foi determinada pelas previsões de usos posteriores, pela fácil adequação, utilização e suporte em diversas linguagens de programação e aplicações.

Este Modelo Computacional Fonológico é fundamental para o desenvolvimento de qualquer ferramenta destinada à comunidade surda, tão carente das mesmas. É essencial para o desenvolvimento do Serviço Web em questão, o Modelo é a base para descrição de todas as primitivas do SignWriting, que formarão a base de dados da ferramenta. É importante ressaltar que este modelo ainda está em evolução, o que deve vir a ocasionar algumas alterações na ferramenta, no contexto da integração de todos os módulos da Arquitetura.

5.3 Descrição das Primitivas do SignWriting pelo Modelo Fonológico

Cada sinal gráfico do SignWriting representando sinais da LIBRAS é composto por algumas primitivas, estas já foram apresentadas anteriormente - são os símbolos de movimento, as configurações de mão, as expressões não manuais, os símbolos de movimento local e etc.

Nas línguas orais, as letras são as primitivas para a formação das palavras, algumas letras

são mais usadas que as outras nessa formação. Por exemplo, a letra “a” é muito mais usada que a letra “x”, o mesmo ocorre com as primitivas do SignWriting, onde algumas configurações de mãos são muito mais usadas que outras. Assim, essas primitivas estão presentes em número maior de sinais.

Como o Sistema de Escrita SignWriting possui um número muito grande de primitivas, foi realizado um estudo no SignBank[32] da SignWriting.org, maior organização mundial de referência para esse Sistema de Escrita. Nesse estudo direcionado na base de sinais da LIBRAS, foi realizado um levantamento de quais primitivas estão mais presentes nos sinais do nosso país. Em primeiro plano, os principais grupos foram estudados (Figura 5.7).































 (559)	 (1766)	 (485)	 (273)	 (277)	 (126)
 (402)	 (607)	 (583)	 (11)	 (22)	 (490)
 (182)	 (740)	 (446)	 (76)	 (214)	 (187)
 (199)	 (29)	 (163)	 (625)	 (232)	 (8)
 (1598)	 (898)	 (438)	 (655)	 (290)	

Figura 5.7: Grupos mais usados para Geração de Sinais do SignWriting (Adaptado de [32])

Com os principais grupos definidos, foi realizado um estudo mais aprofundado no número de ocorrências destas primitivas em sinais. Assim, a base de dados foi selecionada, contendo: 513 configurações de mão, 31 expressões não manuais, 39 símbolos de movimento e 6 símbolos de movimento local. Essas as principais primitivas do SignWriting, ou seja, que fazem parte do maior número de sinais (Figura 5.8).

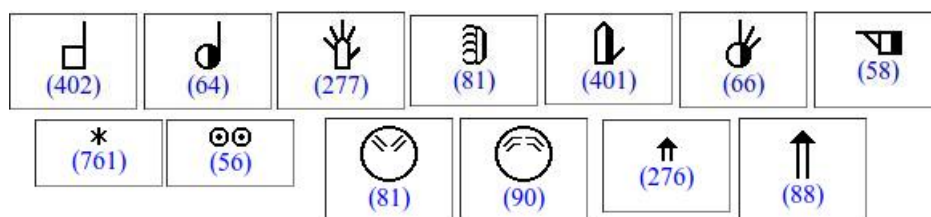


Figura 5.8: Primitivas mais usadas para Geração de Sinais do SignWriting (Adaptado de [32])

A organização (SignWriting.org) fornece informação estatísticas das famílias de primitivas do mais utilizadas na realização dos sinais. Com base nesse critério foram selecionadas algumas famílias. As primitivas de cada uma dessas famílias foram descritas usando o Modelo Computacional da Fonologia da Língua de Sinais Brasileira, para então compor a base de dados da ferramenta. Desta forma, cada primitiva compõe a base possui um XML (Figura 5.9) com sua descrição pelo modelo fonológico.

CAPÍTULO 6

SERVIÇO WEB DE INTERPRETAÇÃO DO MODELO FONOLÓGICO COMPUTACIONAL DA LIBRAS PARA OS SÍMBOLOS GRÁFICOS DO SIGNWRITING

A primeira etapa no desenvolvimento do Serviço em questão, constituiu no estudo do Sistema de Escrita para Língua de Sinais SignWriting e do Modelo Fonológico Computacional da LIBRAS, como apresentado anteriormente é de extrema importância, pois um é a saída do sistema e o outro a entrada, respectivamente.

Em um segundo momento, foi realizado um estudo das outras ferramentas existentes na literatura. Esse estudo foi realizado com o intuito de arquitetar um Serviço diferente dos demais, que tenha a possibilidade de suprir as necessidades da comunidade. Após esse estudo, deram-se início as fases ligadas a área da computação: levantamento de requisitos, projeto do software (incluindo diagramas UML e design de interface), desenvolvimento do software e testes do mesmo.

Essas etapas foram necessárias para responder a questão: É possível desenvolver uma forma de se gerar automaticamente a grafia da LIBRAS pelo SignWriting?. Nos próximos capítulos cada etapa é detalhada, bem como o serviço desenvolvido.

6.1 Projeto da Ferramenta

Para o levantamento de requisitos foi realizado um estudo da real necessidade da comunidade surda de como realizar uma conversão automática dos seus sinais para que os mesmos tenham o acesso à informações em sua língua natural.

Através do levantamento de requisitos, ficou exposta a necessidade da intermediação do Modelo Fonológico Computacional da LIBRAS para que uma conversão possa ser realizada, assim, futuramente, com uma interligação dos outros módulos da arquitetura, uma

conversão não só do Modelo para o SignWriting possa ser desenvolvida, mas também do Português para o SignWriting, bem como o inverso disso.

Dando continuidade ao projeto da ferramenta, foram desenvolvidos alguns diagramas da Unified Modeling Language (UML), que permite que desenvolvedores visualizem os produtos de seus trabalhos em diagramas padronizados[1]. Foram criados quatro diagramas principais: diagrama de classes, diagrama de casos de uso, diagrama de sequência para a interpretação e diagramas de sequência para o cadastro de sinais.

No extenso diagrama de classes (Figura 6.1), podemos observar além do usuário, todos os atributos que um sinal possui. É possível observar a complexidade de cada primitiva do SignWriting descrita através do modelo.

O diagrama de casos de uso desenvolvido (Figura 6.2), descreve de forma simples as duas formas de interação com o sistema. Podem existir dois tipos de usuários, o comum e o que tem permissão de cadastrar primitivas dos sinais, as duas funcionalidades, este cadastro e a interpretação de sinais.

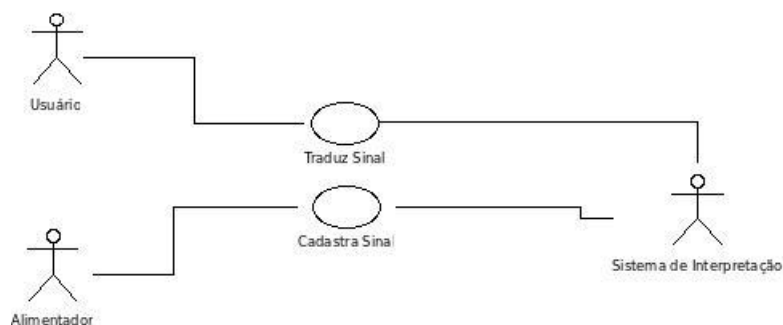


Figura 6.2: Diagrama de Casos de Uso do Serviço em Questão

Ao fim da etapa de diagramação UML, foram desenvolvidos dois diagramas de sequência para o detalhamento da interação do usuário-sistema. O primeiro desenvolvido foi o em relação ao cadastro (Figura 6.3). Primeiramente, este usuário deve fazer um login no Serviço Web, pois somente usuários cadastrados têm permissão de inserir novas primitivas de sinais na base de dados da ferramenta. Se confirmado o login, o usuário tem acesso à tela onde vai realizar o upload da imagem primitiva do SignWriting desejada e também todo o XML descritivo da mesma pelo Modelo Fonológico, de acordo com as instruções existentes. Após verificação das informações, o sistema retorna ao usuário a informação do sucesso ou insucesso do cadastro do sinal.

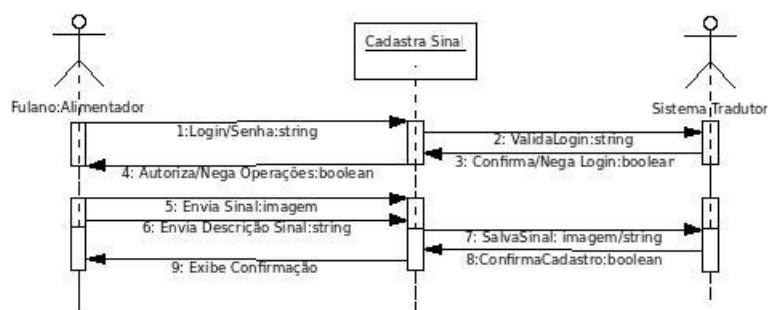


Figura 6.3: Diagrama de Sequência Cadastra Sinal do Serviço em Questão

O último diagrama criado foi o diagrama de sequência, mas para interpretação do sinal (Figura 6.4). Diferentemente do cadastro de sinais, nesse caso, o usuário não precisa

fazer qualquer tipo de login no sistema, somente entrar nele com o XML com a descrição do sinal da LIBRAS através do Modelo. O sistema vai repartir essa descrição e realizar a busca de cada primitiva em sua base de dados, caso a descrição confira com alguma primitiva existente na base, o mesmo retorna ao usuário a imagem dela.

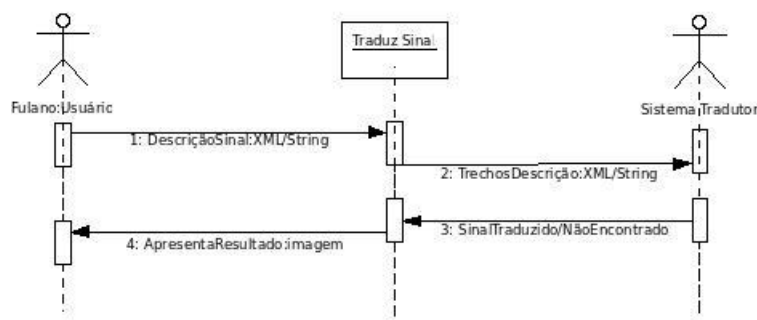
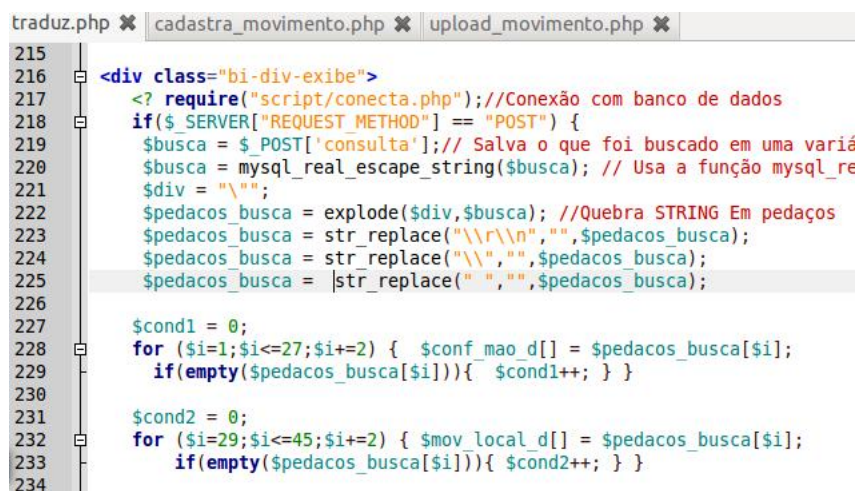


Figura 6.4: Diagrama de Sequência Interpretar Sinal do Serviço em Questão

6.2 Desenvolvimento da Ferramenta

A etapa de desenvolvimento foi iniciada com a escolha da linguagem de programação e de gerenciamento de banco de dados. Como a aplicação é voltada para Web, foi escolhida a linguagem de programação PHP[27], linguagem de script open source de uso geral, muito utilizada e especialmente guarnecida para o desenvolvimento de aplicações Web. Como sistema de gerenciamento de banco de dados foi escolhido o MySQL[30], que utiliza a linguagem de consulta estruturada e é atualmente um dos bancos de dados mais populares. A ferramenta é relativamente simples, é fornecida ao usuário a estrutura do XML descritivo para inserir as informações do sinal da LIBRAS, que também pode ter essa interface limpa, caso possua esse XML já pronto (ANEXO 1). Assim, o sistema realiza a leitura da entrada do usuário, trata possíveis erros e elimina as informações não necessárias para então, salvar em um vetor, cada descrição, já eliminando até mesmo os espaços vazios. Após essa etapa, o vetor principal é separado em outros 7 vetores (Figura 6.5). Esses vetores já estão ligados a cada primitiva do SignWriting, como: configuração de mão dominante, movimento local mão dominante, configuração de mão não dominante, movimento local mão não dominante, expressão não manual, movimento mão dominante e movimento não dominante. Ocorre uma verificação se a informação sobre primitiva foi

inserida, pois em um sinal não é necessário possuir todas essas primitivas, bem como, cada primitiva não precisa possuir todas as descrições preenchidas.



```

215
216 <div class="bi-div-exibe">
217 <? require("script/conecta.php");//Conexão com banco de dados
218 if($ _SERVER["REQUEST METHOD"] == "POST") {
219     $busca = $_POST['consulta'];// Salva o que foi buscado em uma variá
220     $busca = mysql_real_escape_string($busca); // Usa a função mysql_re
221     $div = "\"";
222     $pedacos_busca = explode($div,$busca); //Quebra STRING Em pedaços
223     $pedacos_busca = str_replace("\\r\\n","",$pedacos_busca);
224     $pedacos_busca = str_replace("\\\\", "", $pedacos_busca);
225     $pedacos_busca = |str_replace(" ", "", $pedacos_busca);
226
227     $cond1 = 0;
228     for ($i=1;$i<=27;$i+=2) { $conf_mao_d[] = $pedacos_busca[$i];
229         if(empty($pedacos_busca[$i])){ $cond1++; } }
230
231     $cond2 = 0;
232     for ($i=29;$i<=45;$i+=2) { $mov_local_d[] = $pedacos_busca[$i];
233         if(empty($pedacos_busca[$i])){ $cond2++; } }
234

```

Figura 6.5: Trecho de Código do Serviço em Questão

A etapa final da ferramenta é a verificação se o vetor possui a descrição da primitiva, caso sim, são realizadas diversas buscas no banco de dados para encontrar alguma primitiva que possua as características semelhantes as que foram inseridas no XML e, caso encontre, o Serviço em sua primeira versão imprime na interface ao usuário as primitivas correspondentes.

Podemos observar na Tabela, que contém o XML para se inserir a descrição da configuração de mão dominante, os campos referentes a locação não estão disponíveis para preenchimento, isso acontece porque, na primeira etapa do Serviço Web, a saída da ferramenta são as primitivas que compõe o sinal da LIBRAS em SignWriting.

6.3 Descrições dos Sinais

Para que não ocorram erros na hora de cadastrar as primitivas e quando ocorre a interpretação do XML, foram criadas diversas tabelas contendo todos os valores possíveis para a descrição destas primitivas.

Na Tabela 6.1, como podemos observar abaixo, apresenta todos os valores possíveis para a descrição das configurações de mão, tanto a dominante como a não dominante. Junto

nesta tabela observamos que estão incluídas as características de locação (ainda não implementadas nessa fase) e do movimento local dessa configuração de mão.

Tabela 6.1: Tabela com Todos os Valores Possíveis das Configurações de Mão do Sign-Writing (Adaptado de [32])

polegar-conf-contato	almofada na unha, pontas, almofadas, unha na almofada indicador, medio, anelar, minimo, todos os dedos.
polegar-conf-rotacao-adjacente	aberto, fechado, achatado (flexionado), curvado (em gancho)
indicador-conf-disposicao	aberto, fechado, achatado (flexionado), curvado (em gancho)
indicador-conf-juncao	unidos (lado a lado), separados, unidos (pelas pontas), cruzados, entrelacados.
medio-conf-disposicao	aberto, fechado, achatado (flexionado), curvado (em gancho)
medio-conf-juncao	unidos (lado a lado), separados, unidos (pelas pontas), cruzados, entrelacados.
anelar-conf-disposicao	aberto, fechado, achatado (flexionado), curvado (em gancho)
anelar-conf-juncao	unidos (lado a lado), separados, unidos (pelas pontas), cruzados, entrelacados.
minimo-conf-disposicao	aberto, fechado, achatado (flexionado), curvado (em gancho)
minimo-conf-juncao	unidos (lado a lado), separados, unidos (pelas pontas), cruzados, entrelacados.
orientacao-palma	para esquerda, para frente, para tras.
orientacao-mao	horizontal, vertical
orientacao-dedos	para cima, para cima e para esquerda, para esquerda, para esquerda e para baixo, para baixo, para baixo e para direita, para direita, para cima e para direita.

A Tabela 6.2, contém todos os valores referentes a expressão não manual, que envolve não somente os parâmetros ligados ao rosto, mas também aos ombros e corpo.

Tabela 6.2: Tabela com Todos os Valores Possíveis das Expressões Não Manuais do Sign-Writing (Adaptado de [32])

especifica	tristeza, alegria, felicidade, sorrindo, brava, duvida, indiferença, desconforto, afetiva emocio, afetiva tristeza, afetiva, choro, raiva, interrogativa, confirmacao sim, confirmacao nao, afirmativa, exclamativa, negativa, assentimento, decepcao, preocupacao, medo.
parte-superior	sobrançelhas franzidas, olhos arregalados, olhos fechados, olhos semiabertos, lance de olhos, sobrançelhas levantadas, piscar o olho, testa franzida, olhos cerrados.
parte-inferior	bochechas infladas, bochechas infladas e assoprar, soltando o ar, bochechas contraídas, vibrar lingua na boca (lábios protuberantes), labios contraídos e projetados, correr da lingua contra a parte inferior interna da bochecha, apenas bochecha direita inflada, contracao do labio superior, franzir o nariz, boca aberta, boca semiaberta, dentes cerrados, labios cerrados, lingua para fora, labios protuberantes, mostrando ponta da lingua, mostrando os dentes, boca torta para baixo, apenas bochecha esquerda inflada, correr da lingua contra o labio inferior, correr da lingua contra o labio superior, correr da lingua contra os labios.
cabeca-exp	balanceamento para frente e tras (sim), girar para os lados (não), inclinacao para frente, inclinacao para o lado direito, inclinacao para o lado esquerdo, inclinacao para tras.
tronco-exp	para frente, para tras, balanceamento alternando os ombros, balanceamento simultaneo dos ombros, balanceamento de um unico ombro, tremular.

A Tabela 6.3 xé referente aos valores ligados ao movimento, da mesma forma que a primeira tabela, os valores apresentados abaixo podem ser usados para descrever os movimentos da mão dominante bem como da mão não dominante.

Tabela 6.3: Tabela com Todos os Valores Possíveis de Movimento do SignWriting (Adaptado de [32])

contorno	horario, anti-horario.
interacao	alternado, aproximacao, separacao, insercao, cruzado.
contato-mov	de ligacao, de agarrar, de deslizamento, de toque, de esfregar, de riscar, de escovar (pincelar).
unidirecional	para cima, para baixo, para frente, para trás, para direita, para esquerda, para direita e para baixo (diagonal), para direita e para cima (diagonal), para esquerda e para baixo (diagonal), para esquerda e para cima (diagonal), para esquerda e para frente (diagonal), para esquerda e para trás (diagonal), para direita e para frente (diagonal), para direita e para trás (diagonal), para frente e para baixo, para frente e para cima, para baixo e para trás, para cima e para trás.
bidirecional	para cima e para baixo; para esquerda e para direita; para frente e para trás; para baixo e para cima; para direita e para esquerda; para trás e para frente.
extensao	curta, longa, normal.
temporal	prolongado, acelerado, reduzido.
tensao	bater, bater com forca, com forca.
plano	cabeca topo, cabeca, testa, testa (lado), olhos, nariz, boca, queixo, rosto, bochecha, pescoco, peito, mao palma, mao (dorso), mao (dedos), braco, estomago, abdômen.
frequencia	Número específico de vezes em que o movimento é repetido (opcional).

6.4 Ambiente do Usuário

Nesta seção serão apresentadas todas as interfaces da ferramenta para o usuário, podemos observar nas Figuras a seguir, que as telas são relativamente simples, visto que o Serviço Web em questão é um módulo que futuramente será integrado a outros módulos da arquitetura, assim não terá acesso direto do usuário por essas telas. Na Figura 6.6, podemos observar a primeira tela da ferramenta, onde se encontram os links para se cadastrar e interpretar sinais.

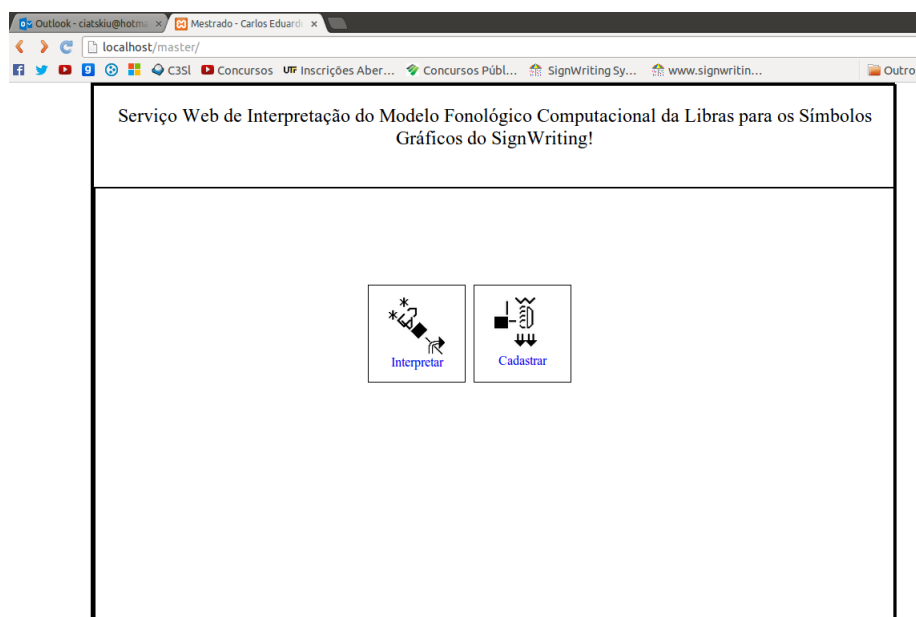


Figura 6.6: Interface Ferramenta - Tela Index

Na Figura 6.7, podemos observar a tela de maior importância da ferramenta, onde o usuário entra com o XML descritivo e o Serviço retorna para ele as primitivas do SignWriting.



Figura 6.7: Interface Ferramenta - Tela Tradução

Na Figura 6.8, podemos observar a tela de cadastro, onde o usuário escolhe qual tipo de primitiva vai inserir na ferramenta.



Figura 6.8: Interface Ferramenta - Tela Cadastro

Na Figura 6.9, podemos observar a tela de cadastro das configurações de mão, onde o usuário carrega o arquivo com a imagem da primitiva e dá a entrada de cada parâmetro descritivo da mesma.

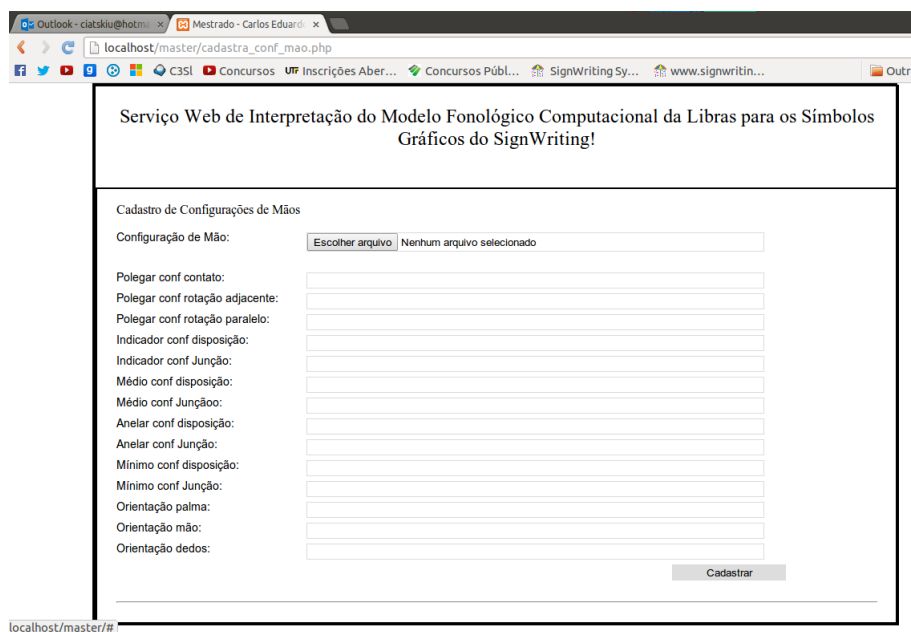


Figura 6.9: Interface Ferramenta - Tela Cadastro Configuração de Mão

Na Figura 6.10, podemos observar a tela de cadastro dos movimentos locais das configurações de mão, onde o usuário carrega o arquivo com a imagem da primitiva e dá a

entrada de cada parâmetro descritivo do movimento local.

Serviço Web de Interpretação do Modelo Fonológico Computacional da Libras para os Símbolos Gráficos do SignWriting!

Cadastro de Movimentos Locais

Movimento Local: Escolher arquivo Nenhum arquivo selecionado

Mão Movimento:

Polegar Movimento:

Indicador Movimento:

Médio Movimento:

Anelar Movimento:

Minimo Movimento:

Torçedura:

Dobramento:

Antebraço Movimento:

Cadastrar

Figura 6.10: Interface Ferramenta - Tela Cadastro Movimento Local

Na Figura 6.11, podemos observar a tela de cadastro dos movimentos, onde o usuário carrega o arquivo com a imagem da primitiva e dá a entrada de cada parâmetro descritivo do movimento realizado durante a execução do sinal.

Serviço Web de Interpretação do Modelo Fonológico Computacional da Libras para os Símbolos Gráficos do SignWriting!

Cadastro de Símbolos de Movimento

Símbolo de Movimento: Escolher arquivo Nenhum arquivo selecionado

Contorno:

Interação:

Contato Movimento:

Unidirecional:

Bidirecional:

Qualidade Extensão:

Qualidade Temporal:

Qualidade Tensão:

Velocidade Sinal:

Plano:

Frequência:

Cadastrar

Figura 6.11: Interface Ferramenta - Tela Cadastro Movimento

Na Figura 6.12, podemos observar a tela de cadastro das expressões não manuais, onde o usuário carrega o arquivo com a imagem da primitiva e dá a entrada da descrição

da mesma, como: específica, parte superior, parte inferior, cabeça expressão e tronco expressão.

Serviço Web de Interpretação do Modelo Fonológico Computacional da Libras para os Símbolos Gráficos do SignWriting!

Cadastro de Expressões Não Manuais

Expressão Não Manual: Nenhum arquivo selecionado

Específica:

Parte Superior:

Parte Inferior:

Cabeça Expressão:

Tronco expressão:

Figura 6.12: Interface Ferramenta - Tela Cadastro Expressão Não Manual

Todas as informações de como descrever cada primitiva estarão disponíveis em forma de tabela, os campos não são obrigatórios, exigindo do usuário a obrigatoriedade de carregar a imagem da primitiva e pelo menos um campo de descrição, como no caso do cadastro de uma expressão não manual que é específica.

Para que a primitiva se torne disponível no interpretador, ela passará por uma avaliação do administrador, este verificará se os dados estão corretos e assim de uma aprovação para que a mesma faça parte da base de dados da ferramenta.

6.5 Ausência do Parâmetro de Localização

Como já explicado em seções anteriores, o parâmetro de Localização descreve o local onde o sinal é articulado (nas mãos, tronco, cabeça ou espaço neutro). Nesta primeira etapa do desenvolvimento da ferramenta, esse critério foi desconsiderado, devido ao seu grau de complexidade.

Ele deverá ser tratado na continuidade em trabalhos futuros.

A desconsideração do parâmetro de localização limita a saída que a ferramenta fornece ao

usuário, pois a locação é responsável pela determinação do posicionamento das primitivas no espaço que compõe sinal do SignWriting. Desta forma, o usuário da ferramenta desenvolvida no presente trabalho recebe uma lista das primitivas que compõe o sinal sem organizá-las numa descrição completa do sinal.

A consideração do parâmetro de locação exige o desenvolvimento de um conjunto de regras específicas e complexas não passível de realização no tempo disponível para a dissertação.

6.6 Validação da Ferramenta e Considerações Finais

Para validação da ferramenta, foram realizadas diversas traduções do XML descritivo para os sinais, com o objetivo de encontrar falhas na ferramenta. Devido a base de dados não possuir todas as primitivas que o SignWriting contém, alguns sinais nessa validação não puderam ser interpretados. O sinal surdo pode ser interpretado e podemos observá-lo Figura 6.13 abaixo.

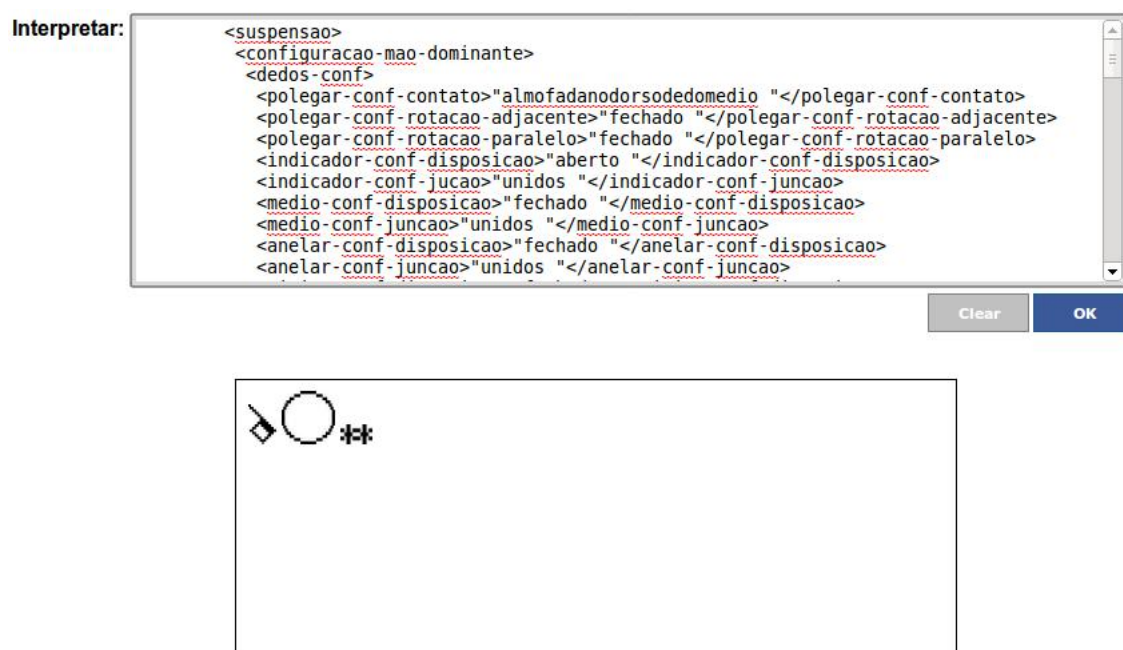


Figura 6.13: Interpretação XML sinal surdo no Serviço em Questão

Os resultados da validação foram totalmente satisfatórios, apesar dos sinais que não foram passíveis de interpretação. Ficou nítido que com a expansão da base de dados, todos os sinais existente na LIBRAS poderão ser interpretados e deles se gerar o símbolo

gráfico do SignWriting representante.

Os documentos e os resultados gerados neste trabalho serão colocados online: a documentação atualizada, o Serviço Web em questão, o banco de dados com as primitivas para download e as tabelas com os valores possíveis de descrição das primitivas. A ferramenta será mantida em funcionamento para a interpretação dos sinais e para permitir a colaboração de trabalhos futuros.

CAPÍTULO 7

CONCLUSÃO E TRABALHOS FUTUROS

A presente dissertação foi motivada diante da relação com a comunidade de surdos que o Grupo de Pesquisa tinha acesso facilitado, surgiu o levantamento de suas reais necessidades, principalmente relacionadas ao acesso à informação em sua língua natural, este trabalho foi motivado pela necessidade de desenvolver artefatos tecnológicos que auxiliem essas comunidades no exercício da cidadania plena e na inclusão na sociedade.

Foi observado que o desenvolvimento de alguns artefatos que tem como requisito principal o registro das Línguas de Sinais, principalmente a LIBRAS, pode futuramente permitir que toda essa barreira quanto ao acesso à informação seja quebrada.

Avançando nessa direção, este trabalho apresentou um Serviço Web para Interpretação dos Sinais da Língua Brasileira de Sinais descritos pelo Modelo Fonológico para os Símbolos Gráficos do SignWriting. Com este objetivo, foi realizado um estudo na LIBRAS e nos Sistemas de Escritas existentes, principalmente o SignWriting. Uma verificação das principais ferramentas existentes na literatura foi realizada, bem como todos os motivos para o insucesso das mesmas.

Com o intuito de propor a nova ferramenta, foi realizado um estudo aprofundado em dois trabalhos internos do Grupo de Pesquisa, a Arquitetura HCI para Inclusão Cultural e de Cidadania para Comunidades Surdas e o Modelo de Descrição Computacional da Fonologia da Língua de Sinais Brasileira, ambos servindo como bases fundamentais do Serviço Web em questão.

Antes do desenvolvimento da ferramenta, foi realizado o estudo das primitivas do SignWriting e feita a descrição de cada primitiva por meio do Modelo Fonológico para criação da base de dados da ferramenta. Esta base de dados possui atualmente mais de 600 primitivas.

Como método para a busca das primitivas do SignWriting na base de dados foi usado o

casamento de padrões, entre outros métodos existentes, o mesmo foi escolhido por sua agilidade.

A ferramenta foi testada e validada com a interpretação de diversos Sinais da LIBRAS entre o conjunto de sinais de uso mais frequente. A maioria dos sinais testados foram interpretados corretamente. Alguns sinais não foram interpretados pela ferramenta satisfatoriamente por terem suas primitivas na base de dados.

A principal limitação da presente dissertação consiste na geração de apenas a lista primitivas que compõe o sinal, sem a preocupação de situá-las no espaço do sinal. Esta limitação é decorrente da desconsideração do parâmetro “locação”, o que por sua vez ocorreu por motivos unicamente operacionais (tempo hábil). Na continuidade do trabalho aqui relatado a organização das primitivas será a segunda etapa do processo de interpretação da ferramenta.

É clara a contribuição que o Serviço Web desenvolvido para a comunidade, principalmente a partir do momento em que novas fases do seu desenvolvimento forem concluídas, como a população total da base com todas as primitivas e sejam incorporados os critérios de locação do Modelo Fonológico na ferramenta. A contribuição será maior ainda quando outros módulos da Arquitetura também forem desenvolvidos, em especial o módulo que tem integração direta com esse, que é a Interpretação da Língua Portuguesa para o Modelo Fonológico. Assim, a comunidade brasileira de surdos poderá ter acesso a informação na sua língua natural, contribuindo para a busca da sua cidadania plena.

BIBLIOGRAFIA

- [1] Ahmed Aliabdallaesmin. Modelando com uml - unified modeling language. *Instituto de Informática - Universidade Luterana do Brasil*, 2010.
- [2] D. Antunes. *Um Modelo da Descrição Computacional Da Fonologia Da Língua de Sinais Brasileira, Dissertação de Mestrado, Pós Graduação em Informática*. Tese de Doutorado, UFPR, setembro de 2011.
- [3] C. A. Baker. *Microanalysis of the nonmanual components of questions in American Sign Language*. Tese de Doutorado, University of California, Berkeley, setembro de 1983.
- [4] R. Battison. Phonological deletion in american sign language. *Sign Language Studies*, (5):1–19, 1974.
- [5] Andréa da Silva Rosa. Entre a visibilidade da tradução de sinais e a invisibilidade da tarefa do intérprete. *Ed. Arara Azul, Campinas*, 2005.
- [6] M.S.S. Dallan. Signwriting: escrita visual para língua de sinais o processo de sinalização escrita. *II Congresso Nacional de Surdez*, 2009.
- [7] Daisy Maria Collet de Araujo Lima; et al. Educação infantil. saberes e praticas da inclusao: Dificuldades de comunicação e sinalizacao. surdez. *Brasília: MEC, Secretaria de Educação Especial*, 2006.
- [8] Márcia de Borba Campos. Editor de línguas de sinais. *Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul*, 2008.
- [9] INES-Instituto Nacional de Educação de Surdos. Aprendendo libras - os sinais básicos: alfabeto e números. 2008.
- [10] R. M de Quadros T e L. B. Karnopp. Língua de sinais brasileira: estudos linguísticos. *Artmed, Porto Alegre*, 2004.

- [11] R. M de Quadros T e L. B. Karnopp. Língua de sinais brasileira: estudos linguísticos. *Artmed, Porto Alegre*, 2004.
- [12] Boaventura de Sousa Santos. Um discurso sobre as ciências. *Porto, Afrontamento*, 1987.
- [13] Clayton Valli e Ceil Lucas. Linguistics of american sign language: an introduction. *Washington, D. C.: Clerc Books / Gallaudet University Press*, 3, 2002.
- [14] S. Prillwitz; R. Leven; H. Zienert; T. Hanke; J. Henning e Colleagues. Hamnosys version 2.0: Hamburg notation system for sign languages: An introductory guide. *International Studies on Sign Language and the Communication of the Deaf*, páginas 195–278, 1989.
- [15] Karin Strobel e Gladis Perlin. Afundamentos da educação de surdos. *Universidade Federal de Santa Catarina. Licenciatura em Letras/ Língua Brasileira de Sinais, Florianópolis*, 2008.
- [16] S. Fernandes e K. L. Strobel. Aspectos linguísticos da língua brasileira de sinais. *SEED/SUED/DEE, Curitiba*, 1998.
- [17] R. Elliott; J. Glauert; J. Kennaway e K. Parsons. D5-2: Sigml definition. technical report working document. *Relatório técnico, ViSiCAST Project*, 2011.
- [18] E. Klima e U. Bellugi. The signs of language. *MA: Harvard University*, 1979.
- [19] E. Klima e U. Bellugi. The signs of language. *MA: Harvard University*, 1979.
- [20] F. C. Capovilla e W. D. Raphael. Dicionário enciclopédico ilustrado trilingue da língua de sinais brasileira. *Editores da Universidade de São Paulo*, 2001.
- [21] Faders et al. Direitos humanos e surdez, a acessibilidade promovendo a cidadania dos surdos. *Porto Alegre*, 2002.
- [22] F. S. Fernandes. Avaliação em língua portuguesa para alunos surdos: algumas considerações. 2007.

- [23] F. S. Fernandes. Avaliação em língua portuguesa para alunos surdos: algumas considerações. 2007.
- [24] S. F. Fernandes. Os sotaques dos sinais. *Língua Portuguesa*, (25):28–33, 2007.
- [25] L. Friedman. Formational properties of american sign language. in. l. friedman. on the other hand: New perspectives on american sign language. *New York: Academic Press*, 1977.
- [26] Richard Glaves. Editor de texto em sinais em signwriting. *Deaf Action Committe, USA*, 2004.
- [27] Fred Cox Junior. Programanado para web com php. *UPE - POLI - Engenharia Eletrônica*, 2000.
- [28] Myrna Salerno Monteiro. História dos movimentos dos surdos e o reconhecimento da libras no brasil. *ETD Educação Temática Digital*, 2(7):292–302, 2006.
- [29] Brasil Lei n. 10436 de 24 de abril de 2002. Dispõe sobre a libras - língua brasileira de sinais e dá outras providências. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil*, 2002.
- [30] Mauro Pichiliani. Aplicações para quem usa sql. *iMaster*, 2012.
- [31] Stumpf M. R. Língua de sinais: escrita dos surdos na internet. *V Congresso Ibero americano de Informática Educativa*, 2000.
- [32] SignWriting.org. Oficializado alfabeto internacional do signwriting. 2013.
- [33] C . Skliar. A surdez: Um olhar sobre a diferença. *Mediação, Porto Alegre*, 1, 1999.
- [34] W. C. Stokoe. Sign language structure. silver spring: Linstok press. *Revisto em 1978, Silver Spring, M.D., Linstok Press*.
- [35] M. R. Stumpf. *Aprendizagem de escrita de língua de sinais pelo sistema SignWriting: línguas de sinais no papel e no computador*. Tese de Doutorado, UFRS, setembro de 2005.

- [36] V. Sutton. Lições sobre signwriting: Um sistema de escrita para língua de sinais. *Tradução de Marianne Rossi Stumpf*, 2005.
- [37] A. C. R. Torchelsen, R. P. Costa. Aquisição da escrita de sinais por crianças surdas através de ambientes digitais. *Escola de Informática, Universidade Católica de Pelotas*, 2002.

Anexo 1: Estrutura do XML para Descrição dos Sinais

```

<suspensao>
<configuracao-mao-dominante>
<dedos-conf>
<polegar-conf-contato>“ ”</polegar-conf-contato>
<polegar-conf-rotacao-adjacente>“ ”</polegar-conf-rotacao-adjacente>
<polegar-conf-rotacao-paralelo>“ ”</polegar-conf-rotacao-paralelo>
<indicador-conf-disposicao>“ ”</indicador-conf-disposicao>
<indicador-conf-juncao>“ ”</indicador-conf-juncao>
<medio-conf-disposicao>“ ”</medio-conf-disposicao>
<medio-conf-juncao>“ ”</medio-conf-juncao>
<anelar-conf-disposicao>“ ”</anelar-conf-disposicao>
<anelar-conf-juncao>“ ”</anelar-conf-juncao>
<minimo-conf-disposicao>“ ”</minimo-conf-disposicao>
<minimo-conf-juncao>“ ”</minimo-conf-juncao>
</dedos-conf>
<orientacao>
<orientacao-palma>“ ”</orientacao-palma>
<orientacao-mao>“ ”</orientacao-mao>
<orientacao-dedos>“ ”</orientacao-dedos>
</orientacao>
<locacao>
<cabeca-loc></cabeca-loc>
<tronco-loc></tronco-loc>
<mao-loc>
<dedos-loc>
<polegar-loc></polegar-loc>
<indicador-loc></indicador-loc>
<medio-loc></medio-loc>
<anelar-loc></anelar-loc>
<minimo-loc></minimo-loc>
</dedos-loc>
</mao-loc>
<espaco-loc>
<proximidade></proximidade>
<relacao-espacial>
<deslocamento-ipsilateral></deslocamento-ipsilateral>
<localizacao-central></localizacao-central>
</relacao-espacial>
</espaco-loc>
</locacao>
<movimento-local>
<mao-mov>“ ”</mao-mov>
<dedos-mov>
<polegar-mov>“ ”</polegar-mov>
<indicador-mov>“ ”</indicador-mov>
<medio-mov>“ ”</medio-mov>

```

<anelar-mov>“ ”</anelar-mov>
 <minimo-mov>“ ”</minimo-mov>
 </dedos-mov>
 <pulso-mov>
 <torcedura>“ ”</torcedura>
 <dobramento>“ ”</dobramento>
 </pulso-mov>
 <antebraco-mov>“ ”</antebraco-mov>
 </movimento-local>
 </configuracao-mao-dominante>

 <configuracao-mao-nao-dominante>
 <dedos-conf>
 <polegar-conf-contato>“ ”</polegar-conf-contato>
 <polegar-conf-rotacao-adjacente>“ ”</polegar-conf-rotacao-adjacente>
 <polegar-conf-rotacao-paralelo>“ ”</polegar-conf-rotacao-paralelo>
 <indicador-conf-disposicao>“ ”</indicador-conf-disposicao>
 <indicador-conf-juncao>“ ”</indicador-conf-juncao>
 <medio-conf-disposicao>“ ”</medio-conf-disposicao>
 <medio-conf-juncao>“ ”</medio-conf-juncao>
 <anelar-conf-disposicao>“ ”</anelar-conf-disposicao>
 <anelar-conf-juncao>“ ”</anelar-conf-juncao>
 <minimo-conf-disposicao>“ ”</minimo-conf-disposicao>
 <minimo-conf-juncao>“ ”</minimo-conf-juncao>
 </dedos-conf>
 <orientacao>
 <orientacao-palma>“ ”</orientacao-palma>
 <orientacao-mao>“ ”</orientacao-mao>
 <orientacao-dedos>“ ”</orientacao-dedos>
 </orientacao>
 <locacao>
 <cabeça-loc></cabeça-loc>
 <tronco-loc></tronco-loc>
 <mao-loc>
 <dedos-loc>
 <polegar-loc></polegar-loc>
 <indicador-loc></indicador-loc>
 <medio-loc></medio-loc>
 <anelar-loc></anelar-loc>
 <minimo-loc></minimo-loc>
 </dedos-loc>
 </mao-loc>
 <espaco-loc>
 <proximidade></proximidade>
 <relacao-espacial>
 <deslocamento-ipsilateral></deslocamento-ipsilateral>
 <localizacao-central></localizacao-central>
 </relacao-espacial>

```

</espaco-loc>
</locacao>
<movimento-local>
<mao-mov>“ ”</mao-mov>
<dedos-mov>
<polegar-mov>“ ”</polegar-mov>
<indicador-mov>“ ”</indicador-mov>
<medio-mov>“ ”</medio-mov>
<anelar-mov>“ ”</anelar-mov>
<minimo-mov>“ ”</minimo-mov>
</dedos-mov>
<pulso-mov>
<torcedura>“ ”</torcedura>
<dobramento>“ ”</dobramento>
</pulso-mov>
<antebraco-mov>“ ”</antebraco-mov>
</movimento-local>
</configuracao-mao-nao-dominantei>
</suspensao>

```

```

<expressao-nao-manual>
<especifica>“ ”</especifica>
<rosto>
<parte-superior>“ ”</parte-superior>
<parte-inferior>“ ”</parte-inferior>
</rosto>
<cabeca-exp>“ ”</cabeca-exp>
<tronco-exp>“ ”</tronco-exp>
</expressao-nao-manual>

```

```

<movimento>
<mao-dominante>
<tipo>
<contorno>“ ”</contorno>
<interacao>“ ”</interacao>
<contato-mov>“ ”</contato-mov>
</tipo>
<direcionalidade>
<unidirecional>“ ”</unidirecional>
<bidirecional>“ ”</bidirecional>
</direcionalidade>
<qualidade>
<extensao>“ ”</extensao>
<temporal>“ ”</temporal>
<tensao>“ ”</tensao>
<velocidade>“ ”</velocidade>
</qualidade>
<plano>“ ”</plano>

```


<frequencia>“ ”</frequencia>
 </mao-dominante>

<mao-nao-dominante>
 <tipo>
 <contorno>“ ”</contorno>
 <interacao>“ ”</interacao>
 <contato-mov>“ ”</contato-mov>
 </tipo>
 <direcionalidade>
 <unidirecional>“ ”</unidirecional>
 <bidirecional>“ ”</bidirecional>
 </direcionalidade>
 <qualidade>
 <extensao>“ ”</extensao>
 <temporal>“ ”</temporal>
 <tensao>“ ”</tensao>
 <velocidade>“ ”</velocidade>
 </qualidade>
 <plano>“ ”</plano>
 <frequencia>“ ”</frequencia>
 </mao-nao-dominante>
 </movimento>